

日 本 国 特 許 庁 PCT/JP 03/13796  
JAPAN PATENT OFFICE

28.10.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

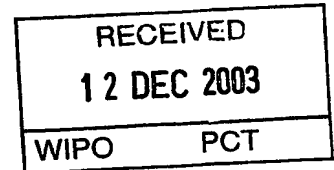
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 2 2 4 5 4  
Application Number:

[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 2 - 3 2 2 4 5 4 ]

出 願 人 シャープ株式会社  
Applicant(s):

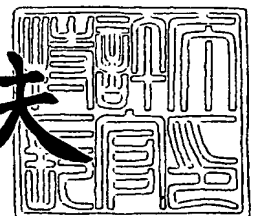


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02J02258

【提出日】 平成14年11月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

    【氏名】 増田 岳志

【特許出願人】

    【識別番号】 000005049

    【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100077931

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

    【識別番号】 100094134

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

    【識別番号】 100113262

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

    【識別番号】 100115510

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 手島 勝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208453

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 照明装置およびそれを備えた画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、

前記光源から出射された光を受ける入射面と、前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光体と、を備え、

前記導光体は、前記入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に前記出射面から出射させる偏光選択層と、前記特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光を前記特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層と、を有し、

前記偏光選択層は、前記特定の偏光方向の光を前記出射面側にのみ反射する、照明装置。

【請求項 2】 前記偏光選択層は、前記出射面に対して所定の角度をなす複数の誘電体膜を含む、請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】 前記偏光変換層は、複屈折性を有する透明材料から形成されている、請求項 1 または 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】 前記偏光変換層は、射出成形された透明樹脂層である、請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 5】 前記偏光変換層は位相差板である、請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 6】 前記位相差板が前記出射面に平行な面内に有する遅相軸および進相軸と、前記特定の偏光方向とが一致しない、請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 7】 光源と、

前記光源から出射された光を受ける入射面と、前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光体と、を備え、

前記導光体は、前記入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に前記出射面から出射させる偏光選択層と、前記特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光を前記特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層と、を有し、

前記偏光変換層は、射出成形された、複屈折性を有する透明樹脂層である、照明装置。

**【請求項 8】** 光源と、

前記光源から出射された光を受ける入射面と、前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光体と、を備え、

前記導光体は、前記入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に前記出射面から出射させる偏光選択層と、前記特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光を前記特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層と、を有し、

前記偏光変換層は位相差板であり、

前記位相差板が前記出射面に平行な面内に有する遅相軸および進相軸と、前記特定の偏光方向とが一致しない、照明装置。

**【請求項 9】** 前記位相差板は一軸性の屈折率異方性を有する、請求項 6 または 8 に記載の照明装置。

**【請求項 10】** 前記位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$  および  $0 < (n_x - n_y) \cdot d < \lambda$  と、 $10^\circ < \alpha < 30^\circ$  または  $40^\circ < \alpha < 60^\circ$  の関係を満足する、請求項 9 に記載の照明装置。

**【請求項 11】** 前記位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $10^\circ < \alpha < 30^\circ$  の関係を満足する、請求項 9 に記載の照明装置。

**【請求項 12】** 前記位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$ 、 $\lambda / 4 < (n_x - n_y) \cdot d < 5\lambda / 4$  および  $20^\circ < \alpha < 90^\circ$  の関係を満足する、請求項 9 に記載の照明装置。

【請求項 13】 前記位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $20^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足する、請求項 9 に記載の照明装置。

【請求項 14】 前記位相差板は二軸性の屈折率異方性を有する、請求項 6 または 8 に記載の照明装置。

【請求項 15】 前記位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$ 、 $\lambda / 4 < (n_x - n_y) \cdot d < 3\lambda / 4$  および  $60^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足する、請求項 14 に記載の照明装置。

【請求項 16】 前記位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $60^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足する、請求項 14 に記載の照明装置。

【請求項 17】 前記偏光変換層は、前記偏光選択層に対して前記対向面側に配置されている、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 18】 前記位相差板は、前記偏光選択層に対して前記出射面側に配置されている、請求項 5、6 および 8 から 16 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 19】 請求項 1 から 18 のいずれかに記載の照明装置と、前記照明装置が有する前記導光体の前記出射面側に設けられ、少なくとも 1 つの偏光子を備えた表示パネルと、を有する画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、照明装置およびそれを備えた画像表示装置に関し、特に、光の利用効率の高い照明装置およびそれを備えた画像表示装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

近年、液晶表示装置 (Liquid Crystal Display) は、薄型で低消費電力であるという特徴を生かして、ワードプロセッサやパーソナルコンピュータなどのOA機器、電子手帳などの携帯情報機器、あるいは液晶モニターを備えたカメラ一体型VTRなどに広く用いられている。

**【0003】**

液晶表示装置に代表される非発光型の表示装置は、CRT (Cathode Ray Tube)、PDP (Plasma Display Panel) およびEL (Electro Luminescence) などの自発光型の表示装置とは異なり、自らは発光せずに、外部から照射された光の透過光量や反射光量を制御することによって文字や画像を表示する。

**【0004】**

上述した液晶表示装置は、透過型と反射型に大別される。

**【0005】**

透過型の液晶表示装置は、液晶表示パネルの背後に配置された照明装置 (いわゆるバックライト) の光を用いて表示を行い、反射型の液晶表示装置は、周囲光を用いて表示を行う。ただし、反射型液晶表示装置のなかには、十分な強度の周囲光が得られない場合の表示品位を向上するための照明装置を備えたものが知られており、この照明装置は、透過型液晶表示装置の照明装置が「バックライト」と称されるのに対して、「フロントライト」と称される。

**【0006】**

現在実用化されている透過型の液晶表示装置の多くは、液晶セルを介して対向する一対の偏光子を備えており、また、現在実用化されている反射型の液晶表示装置の多くは、液晶セルの観察者側に配置された偏光子を備えている。そのため、照明装置 (バックライトやフロントライト) から出射される照明光がランダムな偏光状態の光である場合には、照明光は液晶セルに入射する前にその約50%

を偏光子で吸収されてしまう。

#### 【0007】

そこで、偏光子での光の吸収を少なくして光の利用効率を向上するために、所定の偏光方向の光を選択的に出射する照明装置が提案されている。

#### 【0008】

例えば、特許文献1および非特許文献1には、屈折率が互いに異なる透明媒質間の界面での反射率が偏光依存性を持つことを利用して特定の偏光方向の光を出射する照明装置が開示されている。図25および図26に、特許文献1に開示されている照明装置540とそれをバックライトとして備えた液晶表示装置500を模式的に示す。

#### 【0009】

液晶表示装置500は、透過型の液晶表示パネル510と、液晶表示パネル510の背面側に配置された照明装置（バックライト）540とを有している。

#### 【0010】

液晶表示パネル510は、一对の基板511および512と、一对の基板511および512間に設けられた液晶層513と、一对の基板511および512の外側に設けられた一对の偏光子515aおよび515bとを有する。液晶表示パネル510は、照明装置540から出射されて偏光子515bを介して液晶表示パネル510に入射した光を、液晶層513で変調して偏光子515aを透過する光量を制御することによって表示を行う。

#### 【0011】

照明装置540は、光源541と、導光体520と、光源を囲むように設けられた反射フィルム542とを有している。

#### 【0012】

導光体520は、光源541側の第1側面（入射面）520aと、第1側面520aに対向する第2側面520bと、光源541から入射した光を出射する出射面520cと、出射面520cに対向する対向面520dとを有している。また、導光体520の第2側面520b近傍に $\lambda/4$ 板（ $1/4$ 波長板）532と反射板534とが配置され、導光体520の対向面520d近傍に反射板536

が配置されている。

#### 【0013】

導光体520は、導光板521と、導光シート523とが貼り合わされて形成されており、導光シート523は、互いに屈折率の異なる透明なアモルファス層523aおよび523bが所定の角度をなして交互に積層されて構成されている。

#### 【0014】

光源541から出射されて入射面520aから導光体520内部に入射した光は、出射面520cと対向面520dとで全反射を繰り返しながら第2側面520bに向けて伝搬する。導光体520内部を伝搬する光の一部は、導光シート523を構成するアモルファス層523aおよび523b間の界面で反射され、出射面520cから液晶表示パネル510に向けて出射される。

#### 【0015】

互いに屈折率の異なるアモルファス層間の界面では、偏光方向によって反射率が異なることが知られており、特に、ブルースター角と呼ばれる特定の入射角で界面に光が入射すると、P偏光の反射率がゼロとなり、S偏光のみが反射される。

#### 【0016】

従って、導光シート523を構成するアモルファス層523aおよび523bを、導光体520の出射面520cに対してブルースター角に近い角度をなすように積層することによって、アモルファス層523aおよび523bの繰り返し方向に直交する方向（図26の紙面に垂直な方向）に振動する第1偏光の反射率を高く、アモルファス層523aおよび523bの繰り返し方向に平行な方向（図26の紙面に平行な方向）に振動する第2偏光の反射率を低くすることができる。導光体520から出射される照明光に偏光特性を持たせることができる。

#### 【0017】

導光体520の第2側面520b近傍に設けられた $\lambda/4$ 板532と反射板534とは、導光体520の出射面520cから出射されずに第2側面520bに到達した光の偏光方向を回転させて再び導光体520内部に入射させることによ

って光の利用効率の向上を図るために設けられている。また、導光体 520 の対向面 520 d 近傍に設けられた反射板 536 は、液晶表示パネル 510 によって導光体 520 側に反射された照明光を再び液晶表示パネル 510 側に反射させるために設けられている。

#### 【0018】

液晶表示装置 500 においては、上述したように照明装置 540 から特定の偏光が選択的に出射するので、液晶表示パネル 510 が備える偏光子 515 b での光の吸収を抑制することができ、光の利用効率が向上する。

#### 【0019】

また、特許文献 2、特許文献 3、非特許文献 2 および非特許文献 3 には、屈折率が等方的である材料と屈折率が異方的である材料との界面での反射率が偏光依存性を持つことを利用して特定の偏光方向の光を出射する照明装置が開示されている。図 27 (a) および (b) と図 28 とに、非特許文献 2 に開示されている照明装置 600 を模式的に示す。

#### 【0020】

照明装置 600 は、光源 610 と、導光体 620 と、光源 610 を囲むように設けられた反射フィルム 612 とを有している。

#### 【0021】

導光体 620 は、光源 610 側の第 1 側面 (入射面) 620 a と、第 1 側面 620 a に対向する第 2 側面 620 b と、光源 610 から入射した光を出射する出射面 620 c と、出射面 620 c に対向する対向面 620 d とを有している。

#### 【0022】

導光体 620 は、屈折率が等方的な材料から形成された等方性層 621 と、屈折率が異方的な材料から形成された異方性層 623 とが積層されて構成されている。等方性層 621 の異方性層 623 側の表面に一定のピッチで断面形状が V 字状の溝が形成されているとともに、異方性層 623 の等方性層 621 側の表面にこの V 字状の溝に嵌合する凸部が形成されており、等方性層 621 と異方性層 623 との界面の断面形状は波状である。異方性層 623 は、特定の方向に沿った屈折率  $n_e$  のみが等方性層 621 の屈折率  $n$  と異なり、その他の方向に沿った屈

折率  $n_o$  が等方性層 621 の屈折率  $n$  とほぼ同じであるように設計されている。

#### 【0023】

光源 610 から出射されて入射面 620 a から導光体 620 内部に入射した光は、出射面 620 c と対向面 620 d とで全反射を繰り返しながら第 2 側面 620 b に向けて伝搬する。導光板 620 内部を伝搬する光の一部は、異方性層 623 と等方性層 621 との界面のうち出射面 620 c に対して傾斜した部分で反射され、出射面 620 c から出射される。

#### 【0024】

異方性層 623 と等方性層 621 との界面では、互いの屈折率が異なる方向に振動する第 1 偏光のみが反射され、互いの屈折率がほぼ一致する方向に振動する第 2 偏光は反射されない。そのため、導光体 620 から出射される照明光に偏光特性を持たせることができる。

#### 【0025】

照明装置 600 においては、上述したように出射面 620 c から特定の偏光が選択的に出射するので、光の利用効率を向上することができる。

#### 【0026】

特許文献 2 にも、図 27 (a)、(b) および図 28 に示した照明装置 600 と同様に等方性層と異方性層との界面での反射率が偏光依存性を持つことを利用して特定の偏光方向の光を選択的に出射する照明装置が開示されており、さらに、図 27 (a) および図 28 に示すように、導光体 620 の第 2 側面 620 b 近傍に偏光解消反射板 632 を設けることによって、光の利用効率のいっそうの向上が図れることを開示している。偏光解消反射板 632 は、異方性層 623 と等方性層 621 との界面で反射されない第 2 偏光を偏光解消してその一部を第 1 偏光として導光体 620 に再び入射させるので、第 2 偏光を照明光として利用することができる。

#### 【0027】

また、特許文献 4 には、等方性層（屈折率が等方的な材料から形成された層）と異方性層（屈折率が異方的な材料から形成された層）との界面に形成された配列格子における回折の偏光依存性を利用して特定の偏光方向の光を出射する照明

装置が開示されている。図 29 (a) および (b) と図 30 とに、特許文献 4 に開示されている照明装置 700 を模式的に示す。

#### 【0028】

照明装置 700 は、光源 710 と、導光体 720 と、光源 710 を囲むように設けられた反射フィルム 712 とを有している。

#### 【0029】

導光体 720 は、光源 710 側の第 1 側面 (入射面) 720 a と、第 1 側面 720 a に対向する第 2 側面 720 b と、光源 710 から入射した光を出射する出射面 720 c と、出射面 720 c に対向する対向面 720 d とを有している。

#### 【0030】

導光体 720 は、屈折率が等方的な材料から形成された等方性層 721 と、屈折率が異方的な材料から形成された異方性層 723 とが積層されて構成されている。異方性層 723 は、特定の方向に沿った屈折率  $n_e$  のみが等方性層 721 の屈折率  $n$  と異なり、その他の方向に沿った屈折率  $n_o$  が等方性層 721 の屈折率  $n$  とほぼ同じであるように設計されている。等方性層 721 と異方性層 723 との界面の断面形状は矩形波状であり、等方性層 721 と異方性層 723 との界面が配列格子として機能する。また、導光体 720 の対向面 720 d 側に、位相差板 732 および反射板 734 が設けられている。

#### 【0031】

光源 710 から出射されて入射面 720 a から導光体 720 内部に入射した光は、出射面 720 c と対向面 720 d とで全反射を繰り返しながら第 2 側面 720 b に向けて伝搬する。導光体 720 内部を伝搬する光の一部は、異方性層 723 と等方性層 721 との界面に形成された配列格子で回折され、出射面 720 c から出射される。

#### 【0032】

異方性層 723 と等方性層 721 との界面に形成された配列格子では、互いの屈折率が異なる方向に振動する第 1 偏光のみが回折され、互いの屈折率がほぼ一致する方向に振動する第 2 偏光は回折されない。そのため、導光体 720 から出射される照明光に偏光特性を持たせることができる。

## 【0 0 3 3】

照明装置 7 0 0 においては、上述したように出射面 7 2 0 c から特定の偏光が選択的に出射するので、光の利用効率を向上することができる。

## 【0 0 3 4】

また、特許文献 4 には、配列格子で回折されない第 2 偏光は、導光体 7 2 0 の内部を第 2 側面 7 2 0 b に向けて伝搬する過程で、異方性層 7 2 3 および位相差板 7 3 2 によって第 1 偏光に変換されるので、第 2 偏光をも照明光として利用することができることが記載されている。

## 【0 0 3 5】

## 【特許文献 1】

特開平 9 - 5 7 3 9 号公報

## 【特許文献 2】

特表平 1 0 - 5 0 8 1 5 1 号公報

## 【特許文献 3】

特表 2 0 0 1 - 5 0 7 4 8 3 号公報

## 【特許文献 4】

特開平 9 - 2 1 8 4 0 7 号公報

## 【非特許文献 1】

Tanase、他五名、[A New Backlighting System with a Polarizer Light Pipe for Enhanced Light Output from LCDs] , SID97DIGEST, p.365-368

## 【非特許文献 2】

S.M.P. Blom、他二名、[Towards Polarised Light Emitting Back Lights: Micro-structured Anisotropic Layers] , Asia Display/IDW'01, p.525-528

## 【非特許文献 3】

Henri J.B. Jagt、他三名、[Micro-structured Polymeric Linearly Polarized Light Emitting Lightguide for LCD Illumination] , SID02DIGEST, p.1236-1239

## 【0 0 3 6】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した照明装置は、いずれも以下のような問題を有している。

#### 【0037】

図25および図26に示した照明装置540、図27および図28に示した照明装置600においては、アモルファス層523aおよび523b間の界面や等方性層621と異方性層623との界面で直接反射されない第2偏光は、導光体520の第2側面520b近傍に設けられた $\lambda/4$ 板532および反射板534や、導光体620の第2側面620b近傍に設けられた偏光解消反射板632によって、第1偏光に変換される。

#### 【0038】

一般に導光体の材料として用いられるポリメチルメタクリレートやポリカーボネートなどの透明樹脂はわずかな複屈折性を有しているが、導光体520、620の第2側面520a、620aに到達した第2偏光を、 $\lambda/4$ 板532と反射板534、あるいは偏光解消反射板632によって第1偏光に変換するには、導光体520、620の複屈折性を十分に小さく抑える必要がある。導光体520、620が大きな複屈折性を有していると、導光体520、620の内部を伝搬する第2偏光の一部が偏光解消されて第1偏光として第2側面に到達するので、 $\lambda/4$ 板532と反射板534、あるいは偏光解消反射板632によって第2偏光に変換されてしまい、再び導光体520、620に入射しても出射面520c、620cに向けて出射されないからである。

#### 【0039】

従って、照明装置540および600においては、導光体520、620を、複屈折性が十分に小さな材料を用いて形成する必要があり、材料の選択肢が限定されてしまう。

#### 【0040】

また、近年、液晶表示装置の薄型化が著しく、導光体520、620の第2側面520b、620bにおける厚さは、0.7mm~0.8mm程度になることもある。このような導光体520、620の第2側面520b、620bの近傍に、 $\lambda/4$ 板532と反射板534、あるいは偏光解消反射板632を精度よく

配置することは、生産上非常に困難であり、また、今後、液晶表示装置のさらなる薄型化が進むことを考慮するとこのような構成は実用性に乏しいと考えられる。

#### 【0041】

一方、図29および図30に示した照明装置700において、第2偏光が異方性層723によって第1偏光に変換されることが特許文献4に記載されているが、この照明装置700において第1偏光と第2偏光とは、異方性層723に対してそれぞれ常光と異常光とに相当するため、第2偏光が異方性層723の複屈折性によって第1偏光に変換されることは原理的にありえない。そのため、照明装置700においては、専ら位相差板732によって第2偏光の第1偏光への変換が行われる。

#### 【0042】

しかしながら、特許文献4には、位相差板732の具体的な仕様、例えば、屈折率の異方性、厚さおよび光学軸（遅相軸や進相軸）の方向などについて全く記載されておらず、第2偏光を第1偏光に効率よく変換するための知見は何ら開示されていない。

#### 【0043】

また、この照明装置700においては、等方性層721と異方性層723との界面に形成された配列格子によって、出射面720c側のみならず、対向面720d側にも光が回折される。そのため、光の利用効率が低下してしまう。また、この照明装置700をフロントライトとして用いると、観察者側にも光が出射されるので、表示品位が低下してしまう。

#### 【0044】

上述したように、光源からの光を特定の偏光方向の光として十分に効率よく出射することができる照明装置がいまだ開発されていないのが現状である。

#### 【0045】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、光源からの光を特定の偏光方向の光として十分に効率よく出射することができる照明装置およびそれを備えた画像表示装置を提供することにある。

## 【0046】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による第1の照明装置は、光源と、前記光源から出射された光を受ける入射面と、前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光体と、を備え、前記導光体は、前記入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に前記出射面から出射させる偏光選択層と、前記特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光を前記特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層と、を有し、前記偏光選択層は、前記特定の偏光方向の光を前記出射面側にのみ反射し、そのことによって上記目的が達成される。

## 【0047】

前記偏光選択層は、前記出射面に対して所定の角度をなす複数の誘電体膜を含んでもよい。

## 【0048】

前記偏光変換層は、複屈折性を有する透明材料から形成されていることが好ましい。

## 【0049】

前記偏光変換層は、射出成形された透明樹脂層であってもよい。

## 【0050】

前記偏光変換層は位相差板であってもよい。

## 【0051】

前記位相差板が前記出射面に平行な面内に有する遅相軸および進相軸と、前記特定の偏光方向とが一致しないことが好ましい。

## 【0052】

本発明による第2の照明装置は、光源と、前記光源から出射された光を受ける入射面と、前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光体と、を備え、前記導光体は、前記入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に前記出射面から出射させる偏光選択層と、前記特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光を前記特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層と、を有し、前記偏光変換層は、射出成形された、複屈折性を有する透明樹脂層であり、そのこ

とによって上記目的が達成される。

#### 【0053】

本発明による第3の照明装置は、光源と、前記光源から出射された光を受ける入射面と、前記入射面から入射した光を出射する出射面とを有する導光体と、を備え、前記導光体は、前記入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に前記出射面から出射させる偏光選択層と、前記特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光を前記特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層と、を有し、前記偏光変換層は位相差板であり、前記位相差板が前記出射面に平行な面内に有する遅相軸および進相軸と、前記特定の偏光方向とが一致しない構成を有しており、そのことによって上記目的が達成される。

#### 【0054】

前記位相差板が一軸性の屈折率異方性を有する構成としてもよい。

#### 【0055】

前記位相差板が一軸性の屈折率異方性を有する場合、前記位相差板の前記遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の前記進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の前記遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$  および  $0 < (n_x - n_y) \cdot d < \lambda$  と、 $10^\circ < \alpha < 30^\circ$  または  $40^\circ < \alpha < 60^\circ$  の関係を満足することが好ましく、前記位相差板の前記遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の前記進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の前記遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $10^\circ < \alpha < 30^\circ$  の関係を満足することがさらに好ましい。

#### 【0056】

あるいは、前記位相差板の前記遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の前記進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の前記遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$ 、 $\lambda /$

$4 < (n_x - n_y) \cdot d < 5\lambda/4$  および  $20^\circ < \alpha < 90^\circ$  の関係を満足することが好ましく、前記位相差板の前記遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の前記進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の前記遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda/2$  および  $20^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足することがさらに好ましい。

【0057】

また、前記位相差板が二軸性の屈折率異方性を有する構成としてもよい。

【0058】

前記位相差板が二軸性の屈折率異方性を有する場合、前記位相差板の前記遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の前記進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の前記遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$ 、 $\lambda/4 < (n_x - n_y) \cdot d < 3\lambda/4$  および  $60^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足することが好ましく、前記位相差板の前記遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、前記位相差板の前記進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、前記位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、前記位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および前記特定の偏光方向と前記位相差板の前記遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda/2$  および  $60^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足することがさらに好ましい。

【0059】

前記偏光変換層は、前記偏光選択層に対して前記対向面側に配置されていてもよい。

【0060】

前記位相差板は、前記偏光選択層に対して前記出射面側に配置されていてもよい。

【0061】

本発明による画像表示装置は、上記の構成を有する照明装置と、前記照明装置が有する前記導光体の前記出射面側に設けられ、少なくとも1つの偏光子を備えた表示パネルと、を有し、そのことによって上記目的が達成される。

#### 【0062】

以下、本発明の作用を説明する。

#### 【0063】

本発明による第1の照明装置においては、導光体が、入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に出射面から出射させる偏光選択層と、この特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光をこの特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層とを有しているので、光源から入射面を介して導光体内に入射した光を効率よく特定の偏光方向の光として出射することができる。そのため、光の利用効率が向上する。さらに、偏光選択層は特定の偏光方向の光を出射面側にのみ反射するので、対向面側（フロントライトにおいては観察者側）に光が反射することによる光の利用効率の低下や表示品位（コントラスト比）の低下を抑制できる。

#### 【0064】

特定の偏光方向の光を出射面側にのみ反射する偏光選択層は、例えば、出射面に対して所定の角度をなす複数の誘電体膜を含んでいる。

#### 【0065】

偏光変換層は、典型的には、複屈折性を有する透明材料から形成されている。

#### 【0066】

偏光変換層が、射出成形された透明樹脂層であると、偏光変換層が厚く、導光体の多くの領域を占める構成とすることが容易であり、そのため、多くの光を偏光変換層中を伝搬させ、光を特定の偏光方向の光に効率よく変換することが可能になる。また、偏光変換層が位相差板であると、その遅相軸が出射面に平行な面内でほぼそろっている（一致している）ので、光が特定の偏光方向の光に変換される効率が出射面に平行な面内でほぼ一様である。そのため、出射面から均一に特定の偏光方向の光が出射するような設計を施しやすい。

#### 【0067】

位相差板が出射面に平行な面内に有する遅相軸および進相軸と、上記特定の偏光方向とが一致しないことによって、位相差板は偏光変換層として好適に機能する。

#### 【0068】

本発明による第2の照明装置においては、導光体が、入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に出射面から出射させる偏光選択層と、この特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光をこの特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層とを有しているので、光源から入射面を介して導光体内に入射した光を効率よく特定の偏光方向の光として出射することができる。そのため、光の利用効率が向上する。さらに、偏光変換層が、射出成形された複屈折性を有する透明樹脂層であるので、偏光変換層が厚く、導光体の多くの領域を占める構成とすることが容易である。そのため、多くの光を偏光変換層中を伝搬させ、光を特定の偏光方向の光に効率よく変換することが可能になる。

#### 【0069】

本発明による第3の照明装置においては、導光体が、入射面から入射した光のうちの特定の偏光方向の光を選択的に出射面から出射させる偏光選択層と、この特定の偏光方向とは異なる偏光方向の光をこの特定の偏光方向の光に変換する偏光変換層とを有しているので、光源から入射面を介して導光体内に入射した光を効率よく特定の偏光方向の光として出射することができる。そのため、光の利用効率が向上する。また、偏光変換層が位相差板であるので、その遅相軸が出射面に平行な面内でほぼそろっている（一致している）。従って、光が特定の偏光方向の光に変換される効率が出射面に平行な面内でほぼ一様である。そのため、出射面から均一に特定の偏光方向の光が出射するような設計を施しやすい。さらに、この位相差板が出射面に平行な面内に有する遅相軸および進相軸と、上記特定の偏光方向とが一致しないので、この位相差板は偏光変換層として好適に機能する。

#### 【0070】

位相差板としては、一軸性の屈折率異方性を有するものを用いてもよい。

#### 【0071】

位相差板が一軸性である場合、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および上記特定の偏光方向と位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$  および  $0 < (n_x - n_y) \cdot d < \lambda$  と、 $10^\circ < \alpha < 30^\circ$  または  $40^\circ < \alpha < 60^\circ$  の関係を満足していると、特定の偏光方向の光への変換を効率よく行うことができる。特に、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $10^\circ < \alpha < 30^\circ$  の関係を満足していると、変換効率が可視光の波長域で波長に応じてほとんど変化しないので、色づきの発生が抑制される。

#### 【0072】

また、位相差板が一軸性である場合、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および上記特定の偏光方向と位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$ 、 $\lambda / 4 < (n_x - n_y) \cdot d < 5\lambda / 4$  および  $20^\circ < \alpha < 90^\circ$  の関係を満足することによっても、特定の偏光方向の光への変換を効率よく行うことができる。特に、 $(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $20^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足していると、変換効率が可視光の波長域で波長に応じてほとんど変化しないので、色づきの発生が抑制される。

#### 【0073】

また、位相差板として、二軸性の屈折率異方性を有するものを用いてもよい。位相差板が二軸性である場合、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および上記特定の偏光方向と位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、 $0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$ 、 $\lambda / 4 < (n_x - n_y) \cdot d < 3\lambda / 4$  および  $60^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足すると、広い角度範囲（伝搬角度の範囲）で特定の偏光方向の光への変換を効率よく行うことができる。特に、 $0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$ 、 $(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2$  および  $60^\circ < \alpha < 80^\circ$  の関係を満足していると、変換効率が

可視光の波長域で波長に応じてほとんど変化しないので、色づきの発生が抑制される。

#### 【0074】

偏光変換層は、偏光選択層に対して対向面側に配置されていてもよいし、出射面側に配置されていてもよい。

#### 【0075】

ただし、偏光変換層が射出成形された透明樹脂層である場合には、偏光変換層は偏光選択層に対して対向面側に配置されていることが好ましい。偏光変換層が射出成形された透明樹脂層である場合には、偏光変換層の遅相軸は出射面に平行な面内でばらついているが、偏光変換層が偏光選択層に対して対向面側に配置されていると、偏光選択層によって出射面に向けられた特定の偏光方向の光が、出射面から出射される前に偏光変換層を通過することがなく、偏光変換層によって偏光解消されることがない。

#### 【0076】

また、偏光変換層が位相差板である場合、偏光変換層の遅相軸は出射面に平行な面内でほぼ一致しているので、位相差板が偏光選択層に対して出射面側に配置されていると、偏光選択層によって出射面に向けられた特定の偏光方向の光の偏光状態（例えば偏光方向）をこの位相差板によって制御することができる。

#### 【0077】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

#### 【0078】

##### （実施形態1）

まず、図1を参照しながら、本発明による実施形態の照明装置120およびそれを備えた液晶表示装置（画像表示装置）100の構造を説明する。

#### 【0079】

液晶表示装置100は、図1に示すように、反射型液晶表示パネル110と、照明装置（フロントライト）120とを有する反射型の液晶表示装置である。

## 【0080】

反射型液晶表示パネル110は、公知の反射型液晶表示パネルであり、ここでは、一対の基板（例えばガラス基板）111および112と、これらの間に設けられた液晶層113とを有する。背面側の基板111の液晶層113側に反射電極114が設けられており、観察者側の基板112の液晶層113側に透明電極（不図示）が設けられている。また、基板112の観察者側に偏光子（典型的には偏光板）115および $\lambda/4$ 板（4分の1波長板）116が設けられている。

## 【0081】

照明装置120は、光源10と、導光体20とを有する。典型的には、光源10を囲むように、反射部材12が設けられている。反射部材12は、光源10から出射された光を導光体20に効率よく入射させる。

## 【0082】

導光体20は、本実施形態では略直方体状であり、光源10から出射された光を受ける第1側面（入射面）20aと、第1側面20aに対向する第2側面20bと、第1側面20aと第2側面20bとの間に位置し互いに対向する第3側面および第4側面（いずれも不図示）と、これら4つの側面を介して互いに対向する出射面20cおよび対向面20dとを有している。

## 【0083】

この導光体20は、出射面20cの法線方向に所定の厚さを有する偏光選択層22および偏光変換層24を有している。

## 【0084】

偏光選択層22は、入射面（第1側面）20aから入射した光のうちの特定の偏光方向の光（以下、便宜的に「第1偏光」とも呼ぶ。）を選択的に出射面20cから出射させる。

## 【0085】

本実施形態では、偏光選択層22は、出射面20cに対して所定の角度をなす複数の誘電体膜22aを含んでいる。誘電体膜22aは、所定の間隔（ピッチ）で配列されており、その周囲の材料とは屈折率が異なっている。また、誘電体膜22aは、典型的には厚さが数十 $\mu\text{m}$ ～百数十 $\mu\text{m}$ 程度の誘電体薄膜である。

## 【0086】

誘電体膜 22a の屈折率が周囲の材料の屈折率と異なっているので、誘電体膜 22a と周囲の材料との界面では、光の反射率が偏光依存性を有する。より具体的には、S 偏光の反射率が高く、P 偏光の反射率が低い。特に、ブルースター角に近い角度の入射光については、P 偏光の反射率がほぼゼロとなり、ほぼ S 偏光のみが反射する。従って、誘電体膜 22a とその周囲の材料との界面においては、誘電体膜 22a の繰り返し方向に直交する方向（図 1 においては紙面に垂直な方向）に振動する光の反射率が高く、この特定の光（第 1 偏光）とは異なる方向に振動する光の反射率が低い。そのため、出射面 20c 側には第 1 偏光が選択的に反射され、出射面 20c からは第 1 偏光が選択的に出射する。

## 【0087】

なお、本実施形態のように、出射面 20c に対して所定の角度をなす複数の誘電体薄膜 22a を含む偏光選択層 22 では、誘電体薄膜 22a は、入射面 20a から導光体 20 内部に入射した光に含まれる第 1 偏光を、出射面 20c 側にのみ反射し、対向面 20d 側にはほとんど反射しない。従って、第 1 偏光は主に出射面 20c から出射し、対向面 20d からはほとんど出射しない。

## 【0088】

一方、偏光変換層 24 は、上述の第 1 偏光とは偏光方向が異なる光（例えば第 1 偏光に直交する光であり、以下、便宜的に「第 2 偏光」とも呼ぶ。）を第 1 偏光に変換する。

## 【0089】

本実施形態では、偏光変換層 24 は、複屈折性を有する透明材料から形成されている。より具体的には、偏光変換層 24 は、射出成形された透明樹脂層である。

## 【0090】

射出成形された透明樹脂層、すなわち、射出成形法によって形成された透明樹脂層は、その遅相軸が出射面 20c に平行な面内で一様ではなく、ばらついている。従って、第 1 偏光とは異なる第 2 偏光は、偏光変換層 24 を伝搬する過程で透明樹脂層が有する複屈折性によって偏光解消され、その一部が第 1 偏光に変換

される。

#### 【0091】

図2を参照しながら、導光体20内部における光の伝搬の様子を説明する。なお、図2中、黒丸を含む二重丸は光の偏光方向が紙面に垂直であることを示し、破線の矢印は光の偏光方向が紙面に平行であることを示している。

#### 【0092】

光源10から出射された光は、第1側面20aから導光板20内部に入射し、第2側面20bに向けて伝搬する。第2側面20bに向けて伝搬する光のうち、誘電体膜22aの繰り返し方向（ここでは入射面20aの法線方向）に直交する方向に振動する第1偏光は、偏光選択層22で出射面20cに向けて反射され、出射面20cから出射される。また、第2側面20bに向けて伝搬する光のうち、第1偏光に偏光方向が直交する第2偏光は、偏光変換層24で第1偏光に変換された後に、偏光選択層22で出射面20cに向けて反射され、出射面20cから出射される。なお、本実施形態では、偏光選択層22として複数の誘電体膜22aを含むものを用いるが、この誘電体膜22aと周囲の材料との界面には、実際にはブルースター角近傍以外の角度でも光が入射する。そのため、この界面では、厳密には第1偏光以外の光も反射され、出射面20cからは、厳密には第1偏光以外の光も出射される。従って、「出射面から第1偏光を選択的に出射させる」とは、「出射面から第1偏光が支配的な光を出射させる」ことを意味し、必ずしも「出射面から第1偏光のみを出射させる」ことを意味しない。

#### 【0093】

反射型液晶表示パネル110の偏光子115は、本実施形態では、その透過軸が出射面20cから出射される第1偏光の偏光方向と略平行になるように配置されている。従って、照明装置120から出射された第1偏光は、偏光子115でほとんど吸収されることなく液晶層113に入射する。なお、第1偏光の偏光方向と偏光子115の透過軸とが必ずしも平行である必要はなく、偏光子115と出射面20cとの間に、第1偏光の偏光方向を偏光子115の透過軸に一致させるための位相差板を設けてもよい。

#### 【0094】

上述したように、本発明による照明装置 120 においては、導光体 20 が、出射面 20c から第 1 偏光を選択的に出射させる偏光選択層 22 と、第 1 偏光とは偏光方向が異なる第 2 偏光を第 1 偏光に変換する偏光変換層 24 とを有しているので、光源 10 から入射面 20a を介して導光体 20 内に入射した光を効率よく特定の偏光方向の光として出射することができる。そのため、光の利用効率が向上する。

#### 【0095】

また、本実施形態の照明装置 120 では、偏光選択層 22 は第 1 偏光を出射面 20c 側にのみ反射するので、対向面 20d 側（観察者側）に光が反射することによる光の利用効率の低下や表示品位（コントラスト比）の低下を抑制できる。

#### 【0096】

さらに、本実施形態の照明装置 120 では、偏光変換層 24 は射出成形された透明樹脂層である。そのため、偏光変換層 24 が厚く、導光体 20 の多くの領域を占める構成とすることが容易であり、多くの光を偏光変換層 24 中を伝搬させ、第 2 偏光を効率よく第 1 偏光に変換することが可能になる。

#### 【0097】

本実施形態の照明装置 120 は、例えば以下のようにして製造することができる。

#### 【0098】

まず、図 3 (a) に示すように、屈折率が 1.49 で等方性のポリメチルメタクリレートを用いて厚さが 0.2 mm のプリズムシート 25 を作製する。プリズムシート 25 は、断面形状が鋸波状である表面 25a と、ほぼ平坦な裏面 25b とを有し、裏面 25b が後に出射面 20c となる。表面 25a は、裏面 25b に対して傾斜した傾斜領域 25a1 とほぼ垂直な垂直領域 25a2 とが交互に配置されて構成されている。

#### 【0099】

次に、図 3 (b) に示すように、このプリズムシート 25 の表面 25a の傾斜領域 25a1 上に、屈折率が 2.10 の  $ZrO_2$  を蒸着することによって厚さ 75 nm の誘電体膜（誘電体薄膜） 22a を形成する。

## 【0100】

続いて、図3(c)に示すように、このプリズムシート25と、屈折率が1.49のポリメチルメタクリレートを用いて射出成形法によって形成した厚さ0.8mmの透明樹脂シート26とを、屈折率が1.49の透明接着剤27を介して貼り合わせる。このようにして、偏光選択層22と偏光変換層24とを有する導光体20が得られる。

## 【0101】

その後、光源(例えば冷陰極管)10を導光体20の入射面20a側に配置し、光源10を囲むように反射部材(例えば反射フィルム)12を配置することによって、図1および図2に示した照明装置120が完成する。

## 【0102】

図4に、このようにして製造された照明装置120における、出射面20cからの光の出射角(°)と相対輝度(任意単位; a. u)との関係を示す。なお、図4には、比較のために、押出し成形法によって透明樹脂シートを形成したこと以外は同様にして製造した照明装置における輝度も併せて示している。

## 【0103】

図4からわかるように、射出成形法によって形成された透明樹脂シートを用いて製造された照明装置120は、押出し成型法によって形成された透明樹脂シートを用いて製造された照明装置よりも出射光の輝度が向上している。これは、押出し成型法によって形成された透明樹脂シートでは、第2偏光が第1偏光に効率よく変換されないのに対して、射出成形法によって形成された透明樹脂シート26では、第2偏光が効率よく第1偏光に変換されるからである。

## 【0104】

透明樹脂を用いて形成された透明樹脂層(例えば上述した透明樹脂シート)が有する複屈折性の大きさは、その成形方法によって異なることが知られている。例えば、「最新光学用樹脂の開発、特性と高精度部品の設計、成型技術」(発行所: 株式会社技術情報協会)の第8ページには、射出成形法、押出し成形法、圧縮成型法および注型成形法の順で複屈折性が大きくなることが記載されている。

## 【0105】

従って、射出成形法を用いると、透明樹脂層の複屈折性を十分に大きくすることができる。そのため、射出成形法によって形成された透明樹脂層を偏光変換層 24 として用いることによって、導光体 20 内部を伝搬する第 2 偏光を効率よく第 1 偏光に変換することができる。

#### 【0106】

なお、偏光変換層 24 として、遅相軸が出射面 20c に平行な面内ではらっているもの（例えば本実施形態のような射出成形された透明樹脂層）を用いる場合には、偏光変換層 24 は、本実施形態のように、偏光選択層 22 に対して対向面 20d 側に配置されていることが好ましい。

#### 【0107】

偏光変換層 24 が偏光選択層 22 に対して対向面 20d 側に配置されていると、偏光選択層 22 によって出射面 20c に向けられた（反射された）第 1 偏光が、出射面 20c から出射される前に偏光変換層 24 を通過することがなく、偏光変換層 24 によって偏光解消されることがない。

#### 【0108】

また、ここでは、導光体 20 の材料（プリズムシート 25 や透明樹脂シート 26 の材料）としてポリメチルメタクリレートを用いたが、これに限定されず、ポリカーボネートなどの種々の透明材料を用いることができる。

#### 【0109】

また、偏光選択層 24 として、ここでは、複数の誘電体膜 22a を含むものを例示したが、これに限定されず、特定の偏光方向の光を選択的に出射面 20c から出射させることができるものであればよく、例えば出射面 20c に対して所定の角度をなす複数の誘電体多層膜を含むものを用いてもよい。光の利用効率の向上および表示品位の向上の観点からは、特定の偏光方向の光を出射面 20c 側のみ反射できるものを用いることが好ましい。

#### 【0110】

##### （実施形態 2）

図 5 を参照しながら、本発明による実施形態の照明装置 220 およびそれを備えた液晶表示装置（画像表示装置）200 の構造を説明する。なお、以降の図面

においては、説明の簡単さのために、実施形態 1 の照明装置 120 および液晶表示装置 100 と実質的に同様の機能を有する構成要素を同じ参照符号を用いて示し、その説明を一部省略する。

#### 【0111】

液晶表示装置 200 は、図 5 に示すように、反射型液晶表示パネル 210 と、照明装置（フロントライト）220 とを有する反射型の液晶表示装置である。

#### 【0112】

反射型液晶表示パネル 210 は、公知の反射型液晶表示パネルであり、例えば実施形態 1 の液晶表示装置 100 が有する反射型液晶表示パネル 110 と同じ構成を有している。

#### 【0113】

照明装置 220 は、導光体 20 が偏光変換層 24' として位相差板を備えている点において、実施形態 1 の照明装置 120 と異なっている。

#### 【0114】

図 1 に示した照明装置 120 では、偏光変換層 24 は、射出成形された透明樹脂層であり、その遅相軸は出射面 20c に平行な面内で一様ではなく、ばらついている。

#### 【0115】

これに対して、本実施形態の照明装置 220 では、偏光変換層 24' は、いわゆる位相差板であり、その遅相軸は出射面 20c に平行な面内ではほぼそろっている（一致している）。位相差板である偏光変換層 24' は、その遅相軸および進相軸（典型的には遅相軸と直交する）が、第 1 偏光の偏光方向と一致しないように構成されており、第 1 偏光とは異なる第 2 偏光は、偏光変換層 24' が有する複屈折性（直線複屈折性）によって第 1 偏光に変換される。位相差板である偏光変換層 24' としては、例えば  $\lambda/2$  板（2 分の 1 波長板）を用いることができる。勿論、 $\lambda/2$  板には限定されず、後述するように  $\lambda/2$  板以外の位相差板を用いてもよい。

#### 【0116】

図 6 を参照しながら、導光体 20 内部における光の伝搬の様子を説明する。

## 【0117】

光源10から出射された光は、第1側面20aから導光板20'内部に入射し、第2側面20bに向けて伝搬する。第2側面20bに向けて伝搬する光のうち、誘電体膜22aの繰り返し方向（ここでは入射面20aの法線方向）に直交する方向に振動する第1偏光は、偏光選択層22で出射面20cに向けて反射され、出射面20cから出射される。また、第2側面20bに向けて伝搬する光のうち、第1偏光に偏光方向が直交する第2偏光は、偏光変換層24'で第1偏光に変換された後に、偏光選択層22で出射面20cに向けて反射され、出射面20cから出射される。

## 【0118】

上述したように、本実施形態の照明装置220においても、導光体20が、出射面20cから第1偏光を選択的に出射させる偏光選択層22と、第1偏光とは偏光方向が異なる第2偏光を第1偏光に変換する偏光変換層24'とを有しているので、光源10から入射面20aを介して導光体20内に入射した光を効率よく特定の偏光方向の光として出射することができる。そのため、光の利用効率が向上する。

## 【0119】

また、本実施形態の照明装置220では、偏光変換層24'が位相差板であるので、その遅相軸は出射面20cに平行な面内ではほぼそろっている（一致している）。従って、第2偏光が第1偏光に変換される効率が出射面20cに平行な面内ではほぼ一様であり、そのため、出射面20cから均一に第1偏光が出射するような設計を施しやすいという利点が得られる。

## 【0120】

本実施形態の照明装置220は、例えば以下のようにして製造することができる。

## 【0121】

まず、図7(a)に示すように、屈折率が1.49で等方性のポリメチルメタクリレートを用いて厚さが1.0mmのプリズムシート25'を作製する。プリズムシート25'は、断面形状が鋸波状である表面25a'と、ほぼ平坦な裏面

25b' とを有している。表面25a' は、裏面25b' に対して傾斜した傾斜領域25a1' とほぼ垂直な垂直領域25a2' とが交互に配置されて構成されている。

#### 【0122】

次に、図7(b)に示すように、このプリズムシート25' の表面25a' の傾斜領域25a1' 上に、屈折率が2.10のZrO<sub>2</sub>を蒸着することによって厚さ75nmの誘電体膜(誘電体薄膜)22aを形成する。

#### 【0123】

続いて、図7(c)に示すように、このプリズムシート25' の表面25a' を屈折率が1.49の透明樹脂29で平坦化するとともに、プリズムシート25' の裏面25b' に屈折率が1.51のアートンからなるλ/2板(日東電工株式会社製)28を貼り付ける。このようにして、偏光選択層22と偏光変換層24' とを有する導光体20が得られる。

#### 【0124】

その後、光源(例えば冷陰極管)10を導光体20の入射面20a側に配置し、光源10を囲むように反射部材(例えば反射フィルム)12を配置することによって、図5および図6に示した照明装置220が完成する。

#### 【0125】

図8に、このようにして製造された照明装置220における、出射面20cからの光の出射角(°)と相対輝度(任意単位; a. u)との関係を示す。なお、図8では、図9中に示す、λ/2板28の遅相軸に沿った方向の屈折率n<sub>x</sub>、λ/2板28の進相軸に沿った方向の屈折率n<sub>y</sub>、λ/2板28の厚さ方向の屈折率n<sub>z</sub>、λ/2板28の厚さd、可視光の波長λ(これは不図示)、第1偏光の偏光方向Pとλ/2板28の遅相軸とがなす角度αが、以下の関係を満足する場合の輝度を示している。

#### 【0126】

$$(n_x - n_y) \cdot d = 270 \text{ nm}$$

$$(n_x - n_z) / (n_x - n_y) = 1.0$$

$$\alpha = 65^\circ$$

また、図 8 には、比較のために、 $\lambda/2$  板（位相差板）を備えていない点以外は上記と同じようにして製造した照明装置における輝度も併せて示している。

#### 【0127】

図 8 からわかるように、位相差板である偏光変換層 24' を有する照明装置 20 は、位相差板、すなわち偏光変換層を備えていない照明装置よりも出射光の輝度が向上している。つまり、位相差板である偏光変換層 24' によって、第 2 偏光が効率よく第 1 偏光に変換されていることがわかる。

#### 【0128】

なお、偏光変換層 24' としての位相差板の仕様は、ここで例示したものに限定されない。以下、位相差板の好ましい仕様について説明する。具体的には、位相差板の遅相軸（出射面 20c に平行な面内に有する遅相軸）に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、位相差板の進相軸（出射面 20c に平行な面内に有する進相軸）に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、第 1 偏光の偏光方向  $P$  と位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  の好ましい関係について説明する。

#### 【0129】

まず、 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y) = 0$  すなわち  $n_x = n_z$  の一軸性の位相差板について説明する。図 10、図 11、図 12 および図 13 に、この一軸性の屈折率異方性を有する位相差板について、第 2 偏光が位相差板を 2 回通過した後に第 1 偏光に変換される効率（割合）を計算した結果を示す。図 10 (a)、図 11 (a)、図 12 (a) および図 13 (a) は、第 1 偏光への変換効率と、光が位相差板内部を伝搬する角度 ( $^\circ$ ) との関係を、 $\alpha$  の値を変化させて示すグラフであり、図 10 (b)、図 11 (b)、図 12 (b) および図 13 (b) は、第 1 偏光への変換効率と、光が位相差板内部を伝搬する角度 ( $^\circ$ ) との関係を、 $\lambda$  の値を変化させて示すグラフである。なお、図 10～図 13 に示した位相差板の位相差  $(n_x - n_y) \cdot d$  は、表 1 に示す通りである。

#### 【0130】

【表 1】

	Nz	$(n_x - n_y) \cdot d$	備考
図 1 0 (a)、(b)	0	1 3 7 . 5 nm	$\lambda = 5 5 0 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/4$ 板
図 1 1 (a)、(b)	0	2 7 5 . 0 nm	$\lambda = 5 5 0 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/2$ 板
図 1 2 (a)、(b)	0	4 1 2 . 5 nm	$\lambda = 5 5 0 \text{ nm}$ の光に対する $3\lambda/4$ 板
図 1 3 (a)、(b)	0	5 5 0 . 0 nm	$\lambda = 5 5 0 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda$ 板

## 【0 1 3 1】

ここで、導光体 2 0 の内部を伝搬する光は、出射面 2 0 c と対向面 2 0 d とで全反射を繰り返して伝搬するので、位相差板内部を伝搬する光も、出射面 2 0 c に平行な面内に対して全反射角  $\theta_c$  以上の角度をなす。従って、第 2 偏光が位相差板によって第 1 偏光に変換される効率は、全反射角  $\theta_c$  以上の範囲について考慮すればよい。導光体や位相差板の材料として一般的に用いられるポリメチルメタクリレート、ポリカーボネートおよびアトロンなどの透明樹脂を用いる場合、全反射角  $\theta_c$  は約  $40^\circ$  である。

## 【0 1 3 2】

図 1 0 (a) および (b) は、位相差板として  $\lambda/4$  板を用いた場合の結果を示すグラフである。図 1 0 (a) は、 $\lambda = 5 5 0 \text{ nm}$  の光に対する変換効率を示している。図 1 0 (a) からわかるように、 $\lambda/4$  板を例えば  $\alpha = 50^\circ$  となるように配置することによって、第 2 偏光を効率よく第 1 偏光に変換することができる。特に、 $\lambda/4$  板内部を約  $60^\circ$  の角度で伝搬する第 2 偏光の 9 割程度が第 1 偏光に変換される。また、図 1 0 (b) は、 $\alpha = 50^\circ$  の場合の変換効率を示している。図 1 0 (b) からわかるように、 $\lambda/4$  板内部を約  $60^\circ$  の角度で伝搬する第 2 偏光に対する変換効率は、可視光の波長域で概ね一定であり、このことは、変換後に出射面 2 0 c から出射される第 1 偏光の色づきの発生が抑制されることを意味する。

## 【0 1 3 3】

図 1 1 (a) および (b) は、位相差板として  $\lambda/2$  板を用いた場合の結果を示すグラフである。図 1 1 (a) は、 $\lambda = 5 5 0 \text{ nm}$  の光に対する変換効率を示

している。図11(a)からわかるように、 $\lambda/2$ 板を例えば $\alpha = 20^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができる。特に、 $\lambda/2$ 板内部を約 $80^\circ$ の角度で伝搬する第2偏光の9割程度が第1偏光に変換される。また、図11(b)は、 $\alpha = 20^\circ$ の場合の変換効率を示している。図11(b)からわかるように、 $\lambda/2$ 板内部を約 $80^\circ$ の角度で伝搬する第2偏光に対する変換効率は、可視光の波長域でほぼ一致している。

#### 【0134】

図12(a)および(b)は、位相差板として $3\lambda/4$ 板を用いた場合の結果を示すグラフである。図12(a)は、 $\lambda = 550\text{ nm}$ の光に対する変換効率を示している。図12(a)からわかるように、 $3\lambda/4$ 板を例えば $\alpha = 20^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができる。特に、 $\lambda/2$ 板内部を約 $45^\circ$ の角度で伝搬する第2偏光の9割程度が第1偏光に変換される。また、図12(b)は、 $\alpha = 20^\circ$ の場合の変換効率を示している。図12(b)からわかるように、 $3\lambda/4$ 板内部を約 $45^\circ$ の角度で伝搬する第2偏光に対する変換効率は、可視光の波長域で概ね一定である。

#### 【0135】

図13(a)および(b)は、位相差板として $\lambda$ 板を用いた場合の結果を示すグラフである。図13(a)は、 $\lambda = 550\text{ nm}$ の光に対する変換効率を示している。図13(a)からわかるように、 $\lambda$ 板を例えば $\alpha = 10^\circ$ あるいは $40^\circ \sim 60^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、変換効率は、 $\lambda$ 板内部を伝搬する光の角度によっては9割以上に達する。ただし、例えば、 $\alpha = 40^\circ$ の場合には、図13(b)からわかるように、第1偏光への変換効率は、可視光の波長域で大きく変化する。そのため、波長によって出射面20cから出射される第1偏光の光量が異なり、色づきが発生することがある。

#### 【0136】

上述した結果を踏まえて本願発明者が詳細な検討を行った結果、位相差板が一軸性の屈折率異方性を有する場合、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率 $n_x$ 、進相軸に沿った方向の屈折率 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率 $n_z$ 、位相差板の厚さ $d$ 、

可視光の波長 $\lambda$ 、および第1偏光の偏光方向と位相差板の遅相軸とがなす角度 $\alpha$ が、下記(1)の関係を満足すると、第2偏光を効率よく第1偏光に変換できることがわかった。

## 【0137】

$$(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$$

$$0 < (n_x - n_y) \cdot d < \lambda \quad \dots (1)$$

$$10^\circ < \alpha < 30^\circ \text{ または } 40^\circ < \alpha < 60^\circ$$

特に、下記(2)の関係を満足すると、第2偏光が第1偏光に変換される効率が可視光の波長域で波長に応じてほとんど変化しないので、色づきの発生が抑制される。

## 【0138】

$$(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 0$$

$$(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2 \quad \dots (2)$$

$$10^\circ < \alpha < 30^\circ$$

次に、 $N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y) = 1$ すなわち $n_y = n_z$ の一軸性の位相差板について説明する。図14、図15、図16、図17および図18に、この一軸性の屈折率異方性を有する位相差板について、第2偏光が位相差板を2回通過した後に第1偏光に変換される効率(割合)を計算した結果を示す。なお、図14～図18に示した位相差板の位相差 $(n_x - n_y) \cdot d$ は、表2に示す通りである。

## 【0139】

【表2】

	$N_z$	$(n_x - n_y) \cdot d$	備考
図14	1	137.5 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/4$ 板
図15 (a)、(b)	1	275.0 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/2$ 板
図16 (a)、(b)	1	412.5 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $3\lambda/4$ 板
図17 (a)、(b)	1	550.0 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda$ 板
図18 (a)、(b)	1	687.5 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $5\lambda/4$ 板

## 【0140】

図14は、位相差板として $\lambda/4$ 板を用いた場合の $\lambda = 550\text{ nm}$ の光に対する変換効率を示すグラフである。図14からわかるように、 $\lambda/4$ 板を用いることによって、第2偏光を第1偏光に変換することができるものの、変換効率は最大で7割程度にとどまる。

## 【0141】

図15(a)および(b)は、位相差板として $\lambda/2$ 板を用いた場合の結果を示すグラフである。図15(a)は、 $\lambda = 550\text{ nm}$ の場合の変換効率を示している。図15(a)からわかるように、 $\lambda/2$ 板を例えば $\alpha = 30^\circ \sim 70^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、その変換効率は光の伝搬角度によっては9割以上に達する。また、図15(b)は、 $\alpha = 70^\circ$ の場合の変換効率を示している。図15(b)からわかるように、変換効率は可視光の波長域で波長に応じてはほとんど変化しない。

## 【0142】

図16(a)および(b)は、位相差板として $3\lambda/4$ 板を用いた場合の結果を示すグラフである。図16(a)は、 $\lambda = 550\text{ nm}$ の場合の変換効率を示している。図16(a)からわかるように、 $3\lambda/4$ 板を例えば $\alpha = 80^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができる。特に、 $3\lambda/4$ 板内部を約 $60^\circ$ の角度で伝搬する第2偏光についてはその9割以上が第1偏光に変換される。また、図16(b)は、 $\alpha = 80^\circ$ の場合の変換効率を示している。図16(b)からわかるように、 $3\lambda/4$ 板内部を約 $60^\circ$ の角度で伝搬する第2偏光に対する変換効率は、可視光の波長域で概ね一定である。

## 【0143】

図17(a)および(b)は、位相差板として $\lambda$ 板を用いた場合の結果を示すグラフである。図17(a)は、 $\lambda = 550\text{ nm}$ の場合の変換効率を示している。図17(a)からわかるように、 $\lambda$ 板を例えば $\alpha = 40^\circ \sim 50^\circ$ あるいは $80^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、変換効率は、 $\lambda$ 板内部を伝搬する光の角度によっては9割以上に

達する。また、図 17 (b) は、 $\alpha = 80^\circ$  の場合の変換効率を示している。図 17 (b) からわかるように、 $\lambda$  板内部を約  $65^\circ$  の角度で伝搬する第 2 偏光に対する変換効率は、可視光の波長域で概ね一定である。

#### 【0144】

図 18 (a) および (b) は、位相差板として  $5\lambda/4$  板を用いた場合の結果を示すグラフである。図 18 (a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$  の場合の変換効率を示している。図 18 (a) からわかるように、 $5\lambda/4$  板を例えば  $\alpha = 30^\circ \sim 60^\circ$  となるように配置することによって、第 2 偏光を効率よく第 1 偏光に変換することができ、変換効率は、 $5\lambda/4$  板内部を伝搬する光の角度によっては 9 割以上に達する。ただし、例えば、 $\alpha = 60^\circ$  の場合には、図 18 (b) からわかるように、第 1 偏光への変換効率は可視光の波長域で大きく変化する。そのため、波長によって出射面 20c から出射される第 1 偏光の光量が異なり、色づきが発生することがある。

#### 【0145】

上述した結果を踏まえて本願発明者が詳細な検討を行った結果、位相差板が一軸性の屈折率異方性を有する場合、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、位相差板の厚さ  $d$ 、可視光の波長  $\lambda$ 、および第 1 偏光の偏光方向と位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  が、下記 (3) の関係を満足することによっても、第 2 偏光を効率よく第 1 偏光に変換できることがわかった。

#### 【0146】

$$\begin{aligned} (n_x - n_z) / (n_x - n_y) &\div 1 \\ \lambda/4 < (n_x - n_y) \cdot d < 5\lambda/4 &\dots (3) \\ 20^\circ < \alpha < 90^\circ \end{aligned}$$

特に、下記 (4) の関係を満足すると、第 2 偏光が第 1 偏光に変換される効率が可視光の波長域で波長に応じてほとんど変化しないので、色づきの発生が抑制される。

#### 【0147】

$$(n_x - n_z) / (n_x - n_y) \div 1$$

$$(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2 \quad \dots (4)$$

$$20^\circ < \alpha < 80^\circ$$

ここまでは、一軸性の位相差板について説明したが、一軸性の位相差板を用いると、図10～図18に示したように、変換効率が高い伝搬角度の範囲が十分に広いとはいえないことがある。

#### 【0148】

本願発明者は、二軸性の屈折率異方性を有する位相差板を用いることにより、変換効率が高い伝搬角度の範囲をより広げることができることを見出した。以下、より詳しく説明する。

#### 【0149】

具体的に、 $0 < N_z = (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 1$  すなわち  $n_x \neq n_z$  かつ  $n_y \neq n_z$  の二軸性の位相差板について説明する。図19、図20、図21、図22、図23および図24に、この二軸性の屈折率異方性を有する位相差板について、第2偏光が位相差板を2回通過した後に第1偏光に変換される効率（割合）を計算した結果を示す。なお、図19～図24に示した位相差板の位相差  $(n_x - n_y) \cdot d$  は、表2に示す通りである。

#### 【0150】

【表3】

	$N_z$	$(n_x - n_y) \cdot d$	備考
図19	0.5	137.5 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/4$ 板
図20	0.9	275.0 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/2$ 板
図21 (a)、(b)	0.8	275.0 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/2$ 板
図22 (a)、(b)	0.7	275.0 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/2$ 板
図23	0.6	275.0 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $\lambda/2$ 板
図24 (a)、(b)	0.2	412.5 nm	$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する $3\lambda/4$ 板

#### 【0151】

図19は、位相差板として  $N_z = 0.5$  の  $\lambda/4$  板を用いた場合の  $\lambda = 550 \text{ nm}$  の光に対する変換効率を示すグラフである。図19からわかるように、 $N_z$

$= 0.5$  の  $\lambda/4$  板を用いることによって、第2偏光を第1偏光に変換することができるものの、変換効率は最大で7割程度にとどまる。また、本願発明者が検討したところ、 $0 < N_z < 1$  の  $\lambda/4$  板については、伝搬角度の広い角度範囲で9割以上の高い変換効率を得ることはできなかった。

#### 【0152】

図20は、位相差板として  $N_z = 0.9$  の  $\lambda/2$  板を用いた場合の  $\lambda = 550$  nmの光に対する変換効率を示すグラフである。図20からわかるように、 $N_z = 0.9$  の  $\lambda/2$  板を用いることによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、その変換効率は光の伝搬角度によっては9割以上に達するが、変換効率が高い伝搬角度の範囲は十分に広いとはいえない。

#### 【0153】

図21(a)および(b)は、位相差板として  $N_z = 0.8$  の  $\lambda/2$  板を用いた場合の結果を示すグラフである。図21(a)は、 $\lambda = 550$  nmの場合の変換効率を示している。図21(a)からわかるように、 $N_z = 0.8$  の  $\lambda/2$  板を例えば  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、伝搬角度が約  $40^\circ \sim 80^\circ$  の広い範囲で変換効率が9割以上に達する。また、図21(b)は、 $\alpha = 70^\circ$  の場合の変換効率を示している。図21(b)からわかるように、 $N_z = 0.8$  の  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置した場合の変換効率は、可視光の波長域で概ね一定である。

#### 【0154】

図22(a)および(b)は、位相差板として  $N_z = 0.7$  の  $\lambda/2$  板を用いた場合の結果を示すグラフである。図22(a)は、 $\lambda = 550$  nmの場合の変換効率を示している。図22(a)からわかるように、 $N_z = 0.7$  の  $\lambda/2$  板を例えば  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、伝搬角度が約  $40^\circ \sim 70^\circ$  の広い範囲で変換効率が9割以上に達する。また、図22(b)は、 $\alpha = 70^\circ$  の場合の変換効率を示している。図22(b)からわかるように、 $N_z = 0.7$  の  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置した場合の変換効率は、可視光の波長域で概ね一定である。

## 【0155】

図23は、位相差板として $N_z = 0.6$ の $\lambda/2$ 板を用いた場合の $\lambda = 550$  nmの光に対する変換効率を示すグラフである。図23からわかるように、 $N_z = 0.6$ の $\lambda/2$ 板を用いることによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、その変換効率は光の伝搬角度によっては9割以上に達するが、変換効率が高い伝搬角度の範囲は十分に広いとはいえない。

## 【0156】

図24(a)および(b)は、位相差板として $N_z = 0.2$ の $3\lambda/4$ 板を用いた場合の結果を示すグラフである。図24(a)は、 $\lambda = 550$  nmの場合の変換効率を示している。図24(a)からわかるように、 $N_z = 0.2$ の $3\lambda/4$ 板を例えば $\alpha = 20^\circ$ となるように配置することによって、第2偏光を効率よく第1偏光に変換することができ、伝搬角度が約 $50^\circ \sim 70^\circ$ の広い範囲で変換効率が9割以上に達する。ただし、 $N_z = 0.2$ の $3\lambda/4$ 板を用いた場合例えば $\alpha = 20^\circ$ のときに、図24(b)からわかるように、第1偏光への変換効率が可視光の波長域で大きく変化する。そのため、波長によって出射面20cから出射される第1偏光の光量が異なり、色づきが発生することがある。

## 【0157】

上述した結果を踏まえて本願発明者が詳細な検討を行った結果、位相差板が二軸性の屈折率異方性を有する場合、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率 $n_x$ 、進相軸に沿った方向の屈折率 $n_y$ 、厚さ方向の屈折率 $n_z$ 、位相差板の厚さ $d$ 、可視光の波長 $\lambda$ 、および第1偏光の偏光方向と位相差板の遅相軸とがなす角度 $\alpha$ が、下記(5)の関係を満足すると、第2偏光を広い角度範囲(伝搬角度の範囲)で効率よく第1偏光に変換できることがわかった。

## 【0158】

$$\begin{aligned} 0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9 \\ \lambda/4 < (n_x - n_y) \cdot d < 3\lambda/4 \quad \dots (5) \\ 60^\circ < \alpha < 80^\circ \end{aligned}$$

特に、下記(6)の関係を満足すると、第2偏光が第1偏光に変換される効率

が可視光の波長域で波長に応じてほとんど変化しないので、色づきの発生が抑制される。

#### 【0159】

$$0.6 < (n_x - n_z) / (n_x - n_y) < 0.9$$

$$(n_x - n_y) \cdot d = \lambda / 2 \quad \dots (6)$$

$$60^\circ < \alpha < 80^\circ$$

なお、本実施形態では、位相差板である偏光変換層 24' が偏光選択層 22 に対して対向面 20 d 側に配置されているが、勿論これに限定されず、出射面 20 c 側に配置してもよい。

#### 【0160】

本実施形態のように、偏光変換層 24' が位相差板である場合、偏光変換層 24' の遅相軸は出射面 20 c に平行な面内ではほぼ一致しているので、偏光変換層 24' (位相差板) が偏光選択層 22 に対して出射面側に配置されていると、偏光選択層 22 で出射面 20 c に向けられた第 1 偏光の偏光状態 (例えば偏光方向) をこの位相差板によって制御して出射面 20 c から出射させることができる。

#### 【0161】

また、上述した実施形態 1 および 2 では、フロントライトとして照明装置 120, 220 を備える反射型の液晶表示装置 100, 200 を例示したが、本発明はこれに限定されず、バックライトとしての照明装置を備える透過型の液晶表示装置にも好適に用いられる。

#### 【0162】

##### 【発明の効果】

本発明によると、光源からの光を特定の偏光方向の光として十分に効率よく出射することができる照明装置が提供され、この照明装置を用いると、光の利用効率が高く、明るい表示が可能な画像表示装置が提供される。

#### 【0163】

本発明による照明装置は、特に、液晶表示装置のバックライトまたはフロントライトとして好適に用いることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

本発明による実施形態 1 の照明装置 120 およびそれを備えた液晶表示装置（画像表示装置）100 を模式的に示す断面図である。

**【図 2】**

照明装置 120 の導光体 20 内部を光が伝搬する様子を模式的に示す断面図である。

**【図 3】**

(a)、(b) および (c) は、実施形態 1 の照明装置 120 の製造工程を模式的に示す工程断面図である。

**【図 4】**

実施形態 1 の照明装置 120 における、出射面 20c からの光の出射角 ( $^{\circ}$ ) と相対輝度（任意単位；a. u）との関係を示すグラフである。

**【図 5】**

本発明による実施形態 2 の照明装置 220 およびそれを備えた液晶表示装置（画像表示装置）200 を模式的に示す断面図である。

**【図 6】**

照明装置 220 の導光体 20 内部を光が伝搬する様子を模式的に示す断面図である。

**【図 7】**

(a)、(b) および (c) は、実施形態 2 の照明装置 220 の製造工程を模式的に示す工程断面図である。

**【図 8】**

実施形態 2 の照明装置 220 における、出射面 20c からの光の出射角 ( $^{\circ}$ ) と相対輝度（任意単位；a. u）との関係を示すグラフである。

**【図 9】**

照明装置 200 における、位相差板の遅相軸に沿った方向の屈折率  $n_x$ 、 $\lambda$  位相差板の進相軸に沿った方向の屈折率  $n_y$ 、位相差板の厚さ方向の屈折率  $n_z$ 、位相差板の厚さ  $d$ 、および第 1 偏光の偏光方向  $P$  と位相差板の遅相軸とがなす角度  $\alpha$  の関係を模式的に示す斜視図である。

## 【図 10】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/4$  板 ( $N_z = 0$  かつ一軸性) を用いた場合における、第 2 偏光が位相差板を 2 回通過した後に第 1 偏光に変換される効率 (割合) と、光が位相差板内部を伝搬する角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda/4$  板を  $\alpha = 50^\circ$  となるように配置した場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

## 【図 11】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/2$  板 ( $N_z = 0$  かつ一軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 20^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

## 【図 12】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $3\lambda/4$  板 ( $N_z = 0$  かつ一軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $3\lambda/4$  板を  $\alpha = 20^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

## 【図 13】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda$  板 ( $N_z = 0$  かつ一軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda$  板を  $\alpha = 40^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

## 【図 14】

$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/4$  板 ( $N_z = 1$  かつ一軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

## 【図 15】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/2$  板 ( $N_z = 1$  かつ一軸性) を用いた場合における、第1偏光への変換効率(割合)と、伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率(割合)と伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。

【図16】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $3\lambda/4$  板 ( $N_z = 1$  かつ一軸性) を用いた場合における、第1偏光への変換効率(割合)と、伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。(b) は、この  $3\lambda/4$  板を  $\alpha = 80^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率(割合)と伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。

【図17】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda$  板 ( $N_z = 1$  かつ一軸性) を用いた場合における、第1偏光への変換効率(割合)と、伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda$  板を  $\alpha = 80^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率(割合)と伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。

【図18】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $5\lambda/4$  板 ( $N_z = 1$  かつ一軸性) を用いた場合における、第1偏光への変換効率(割合)と、伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。(b) は、この  $5\lambda/4$  板を  $\alpha = 60^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率(割合)と伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。

【図19】

$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/4$  板 ( $N_z = 0.5$  かつ二軸性) を用いた場合における、第1偏光への変換効率(割合)と、伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示すグラフである。

【図20】

$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/2$  板 ( $N_z = 0.9$  かつ二軸性) を用いた場合における、第1偏光への変換効率(割合)と、伝搬角度( $^\circ$ )との関係を示す

グラフである。

【図 2 1】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/2$  板 ( $N_z = 0.8$  かつ二軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

【図 2 2】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/2$  板 ( $N_z = 0.7$  かつ二軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 70^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

【図 2 3】

$\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $\lambda/2$  板 ( $N_z = 0.6$  かつ二軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

【図 2 4】

(a) は、 $\lambda = 550 \text{ nm}$ の光に対する  $3\lambda/4$  板 ( $N_z = 0.2$  かつ二軸性) を用いた場合における、第 1 偏光への変換効率 (割合) と、伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。(b) は、この  $\lambda/2$  板を  $\alpha = 20^\circ$  となるように配置した場合における、変換効率 (割合) と伝搬角度 ( $^\circ$ ) との関係を示すグラフである。

【図 2 5】

従来の照明装置 5 4 0 およびそれを備えた液晶表示装置 5 0 0 を模式的に示す断面図である。

【図 2 6】

照明装置 5 4 0 の導光体 5 2 0 内部を光が伝搬する様子を模式的に示す断面図である。

**【図 27】**

(a) は従来の照明装置 600 を模式的に示す断面図であり、(b) は (a) 中の破線で囲まれた領域 27B の拡大図である。

**【図 28】**

照明装置 600 の導光体 620 内部を光が伝搬する様子を模式的に示す断面図である。

**【図 29】**

(a) は従来の照明装置 700 を模式的に示す断面図であり、(b) は (a) 中の破線で囲まれた領域 29B の拡大図である。

**【図 30】**

照明装置 700 の導光体 720 内部を光が伝搬する様子を模式的に示す断面図である。

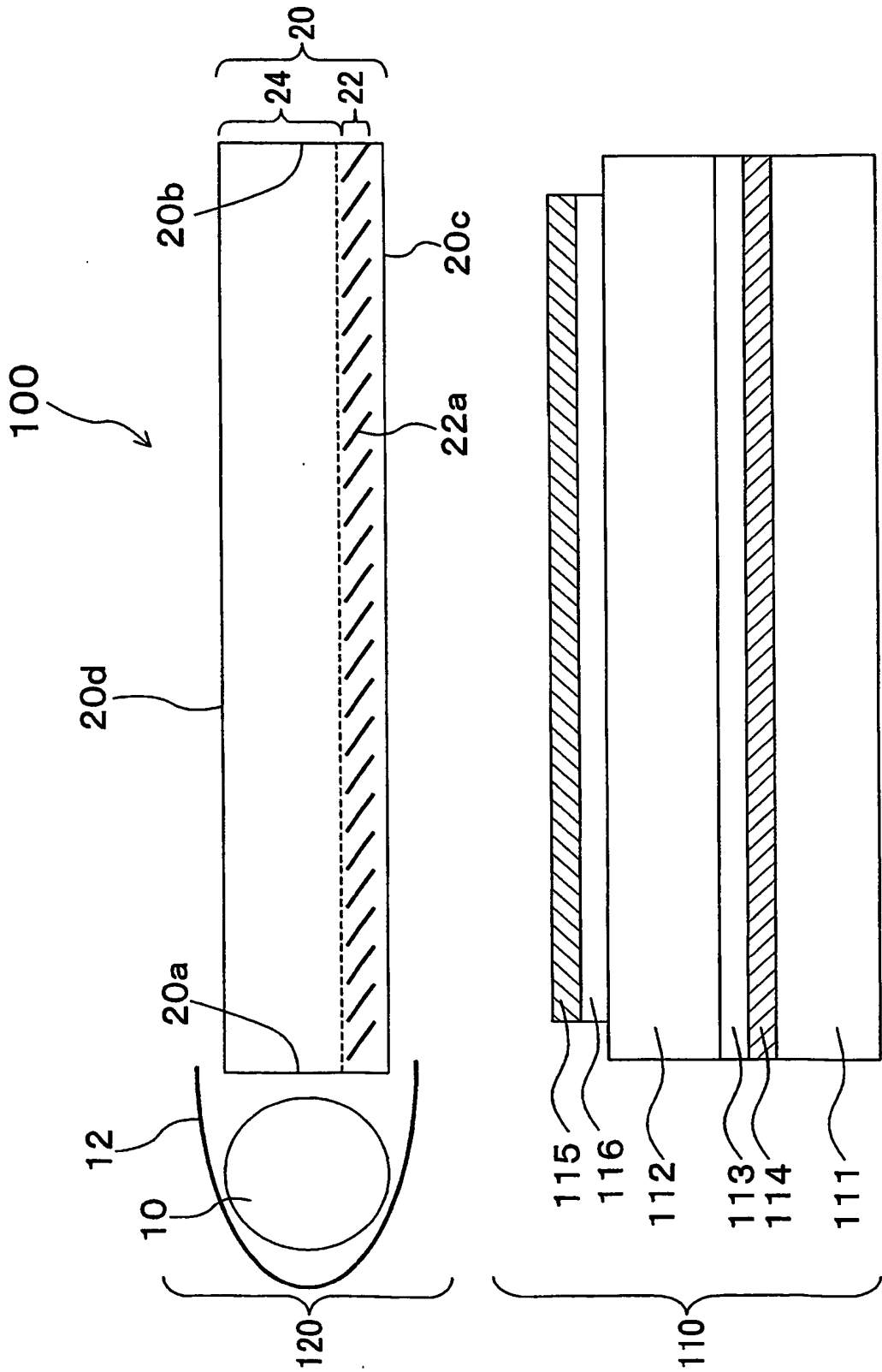
**【符号の説明】**

- 10 光源
- 12 反射部材
- 20 導光体
- 20a 入射面 (第1側面)
- 20b 第2側面
- 20c 出射面
- 20d 対向面
- 22 偏光選択層
- 22a 誘電体膜 (誘電体薄膜)
- 24、24' 偏光変換層
- 25、25' プリズムシート
- 25a、25a' プリズムシートの表面
- 25a1、25a1' 傾斜領域
- 25a2、25a2' 垂直領域
- 25b、25b' プリズムシートの裏面
- 26 透明樹脂シート

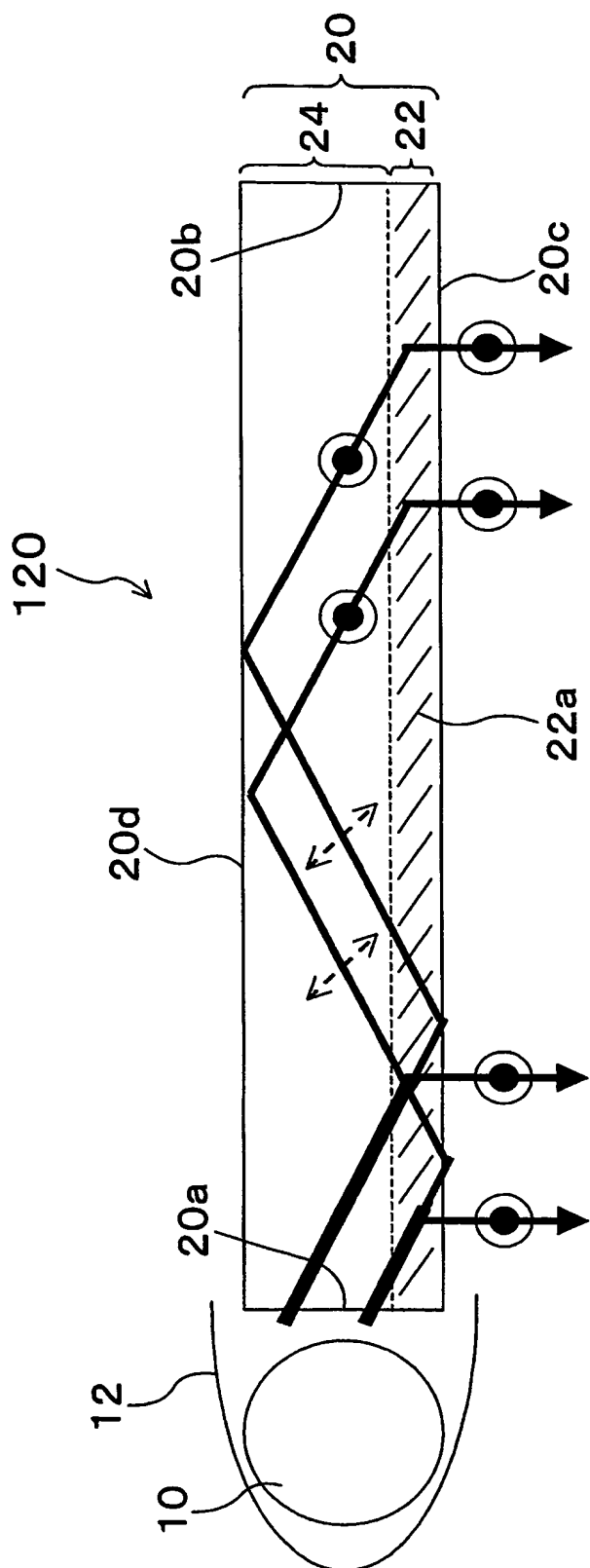
- 2 7 透明接着剤
- 2 8  $\lambda / 2$  板
- 2 9 透明樹脂
- 1 0 0 液晶表示装置（画像表示装置）
- 1 1 0 反射型液晶表示パネル
- 1 1 1、1 1 2 基板
- 1 1 3 液晶層
- 1 1 4 反射電極
- 1 1 5 偏光子
- 1 1 6  $\lambda / 4$  板（4 分の 1 波長板）
- 1 2 0 照明装置（フロントライト）

【書類名】 図面

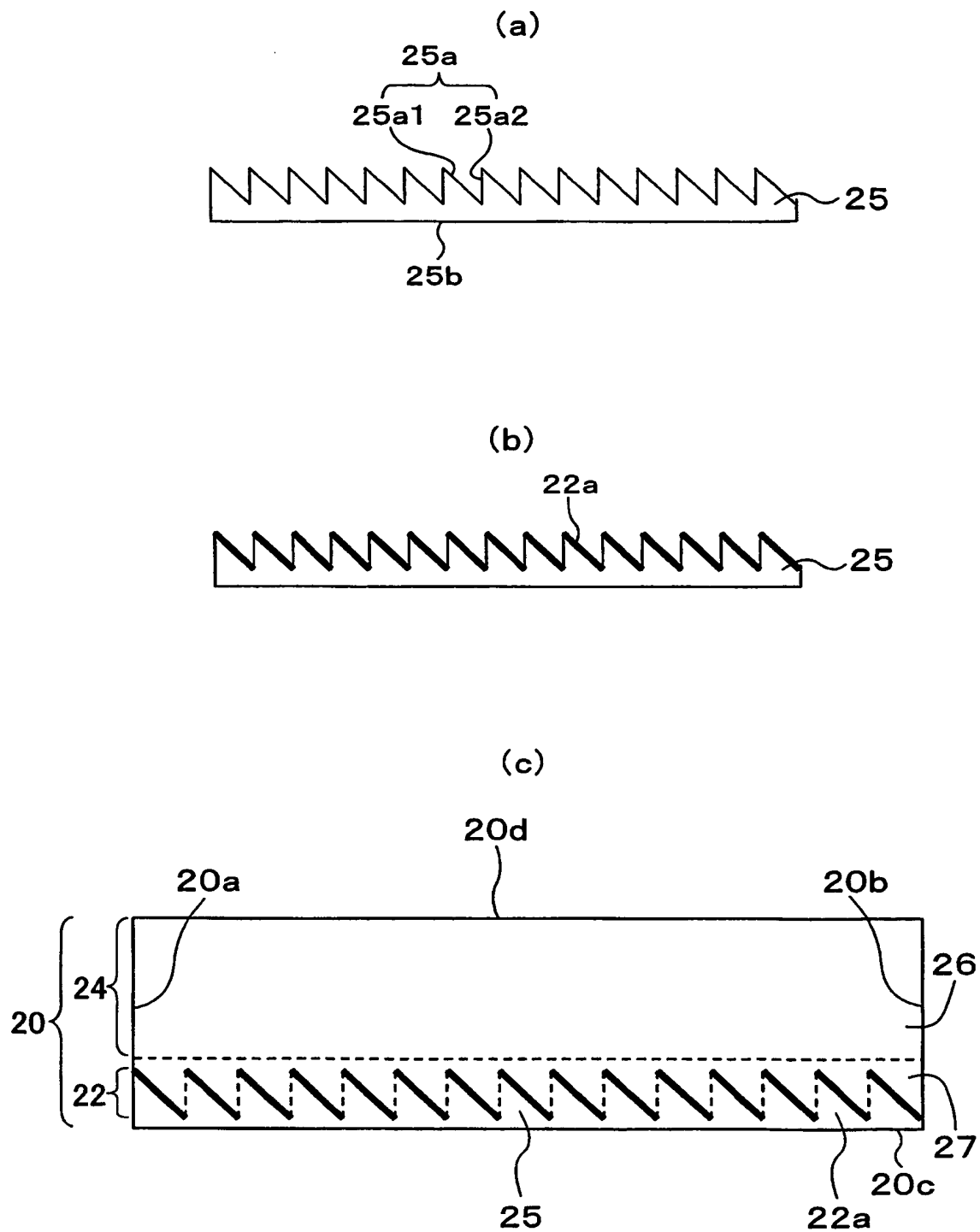
【図 1】



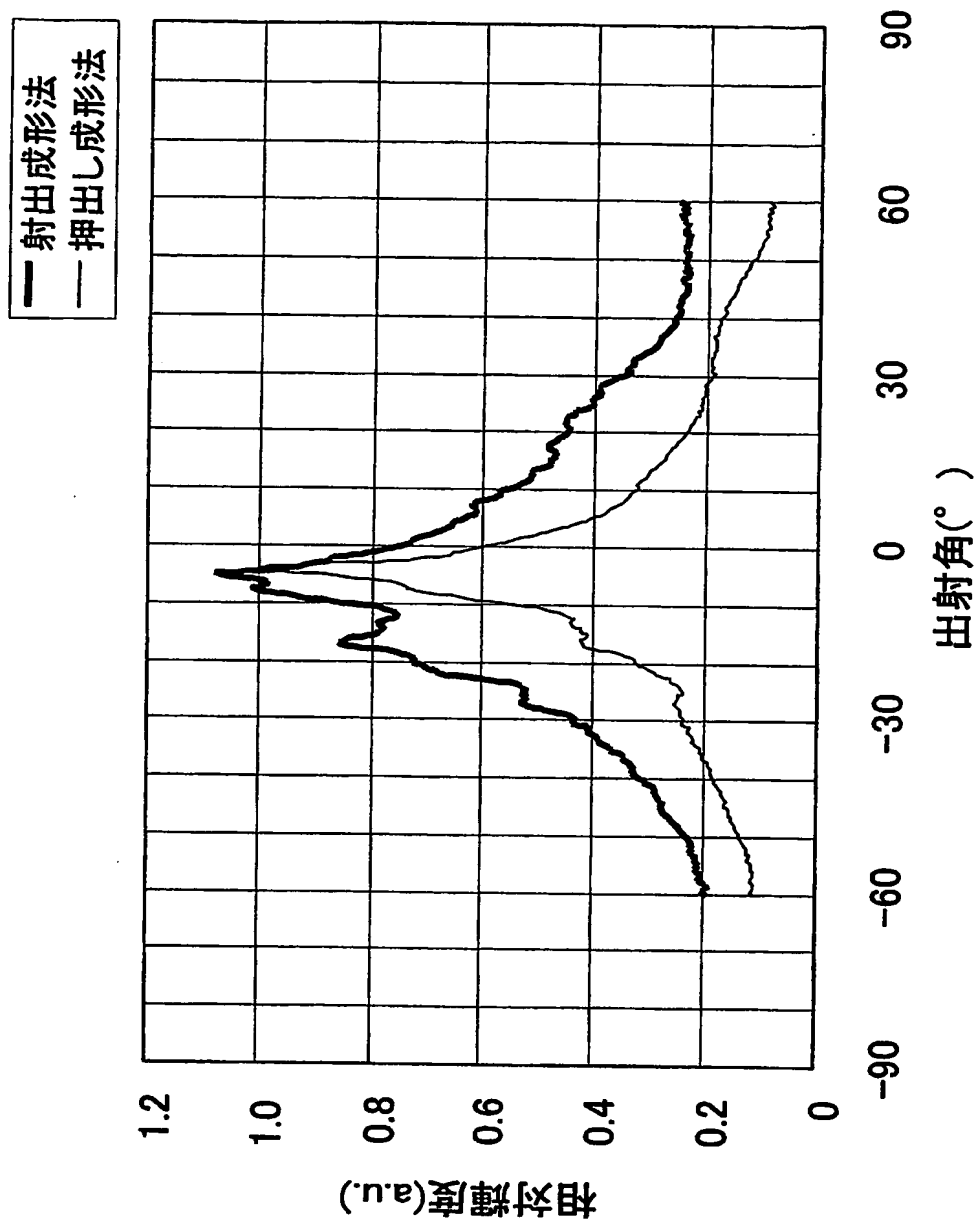
【図 2】



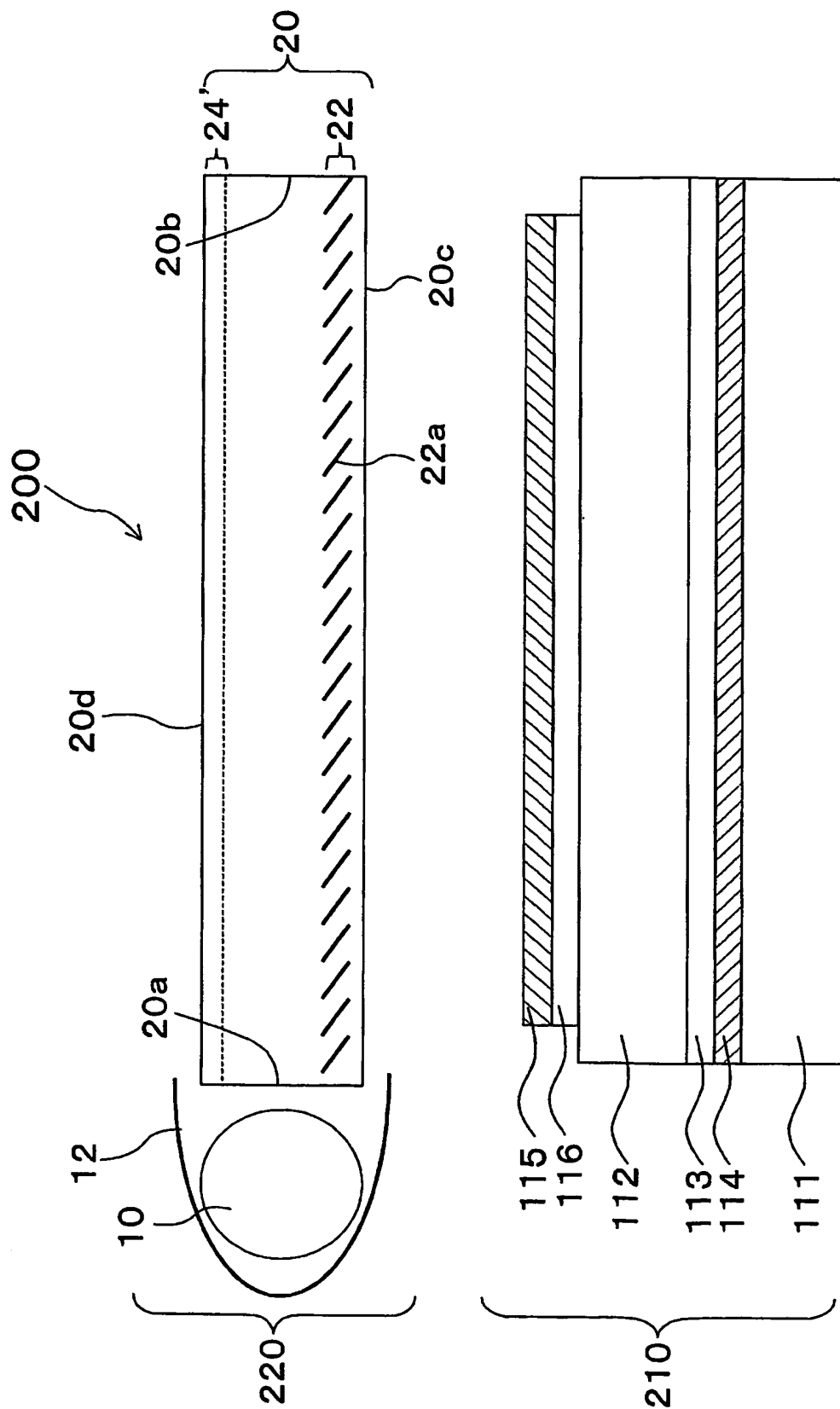
【図 3】



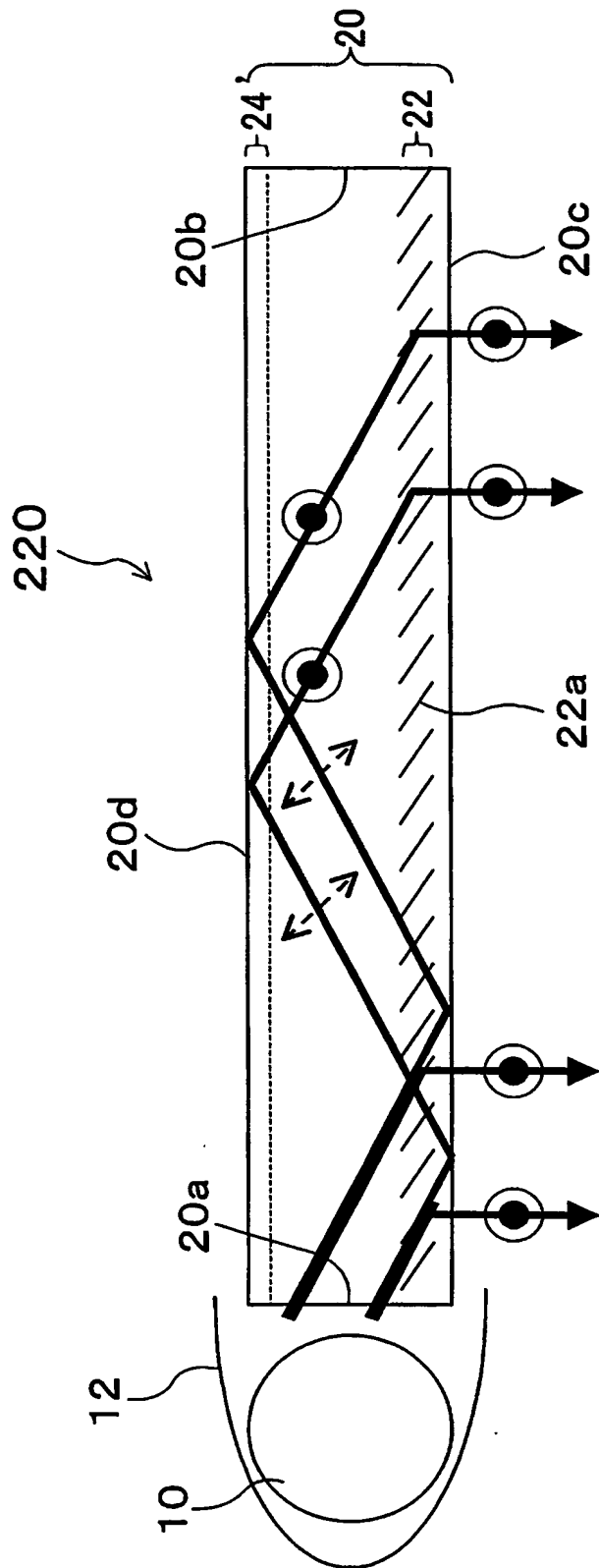
【図 4】



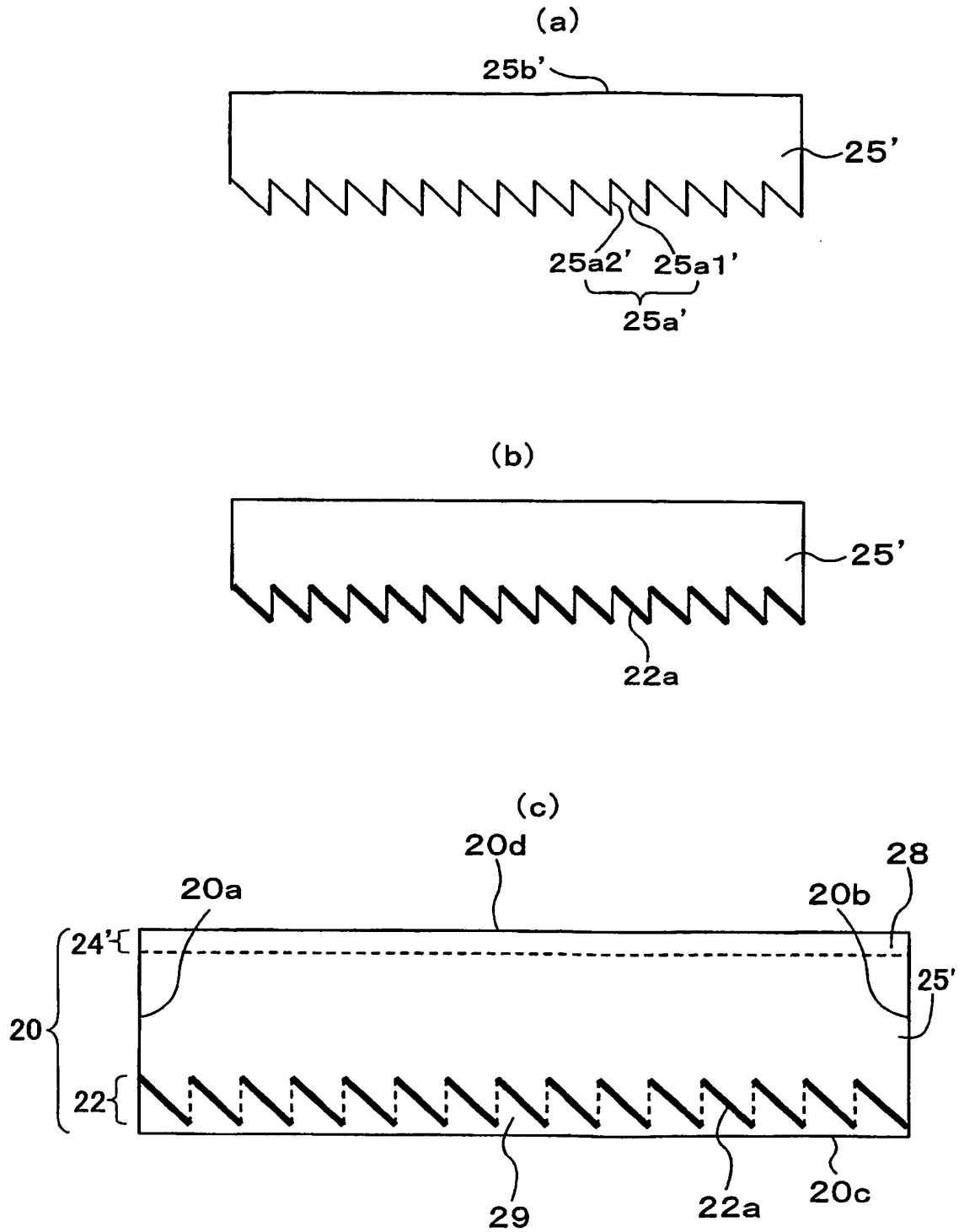
【図 5】



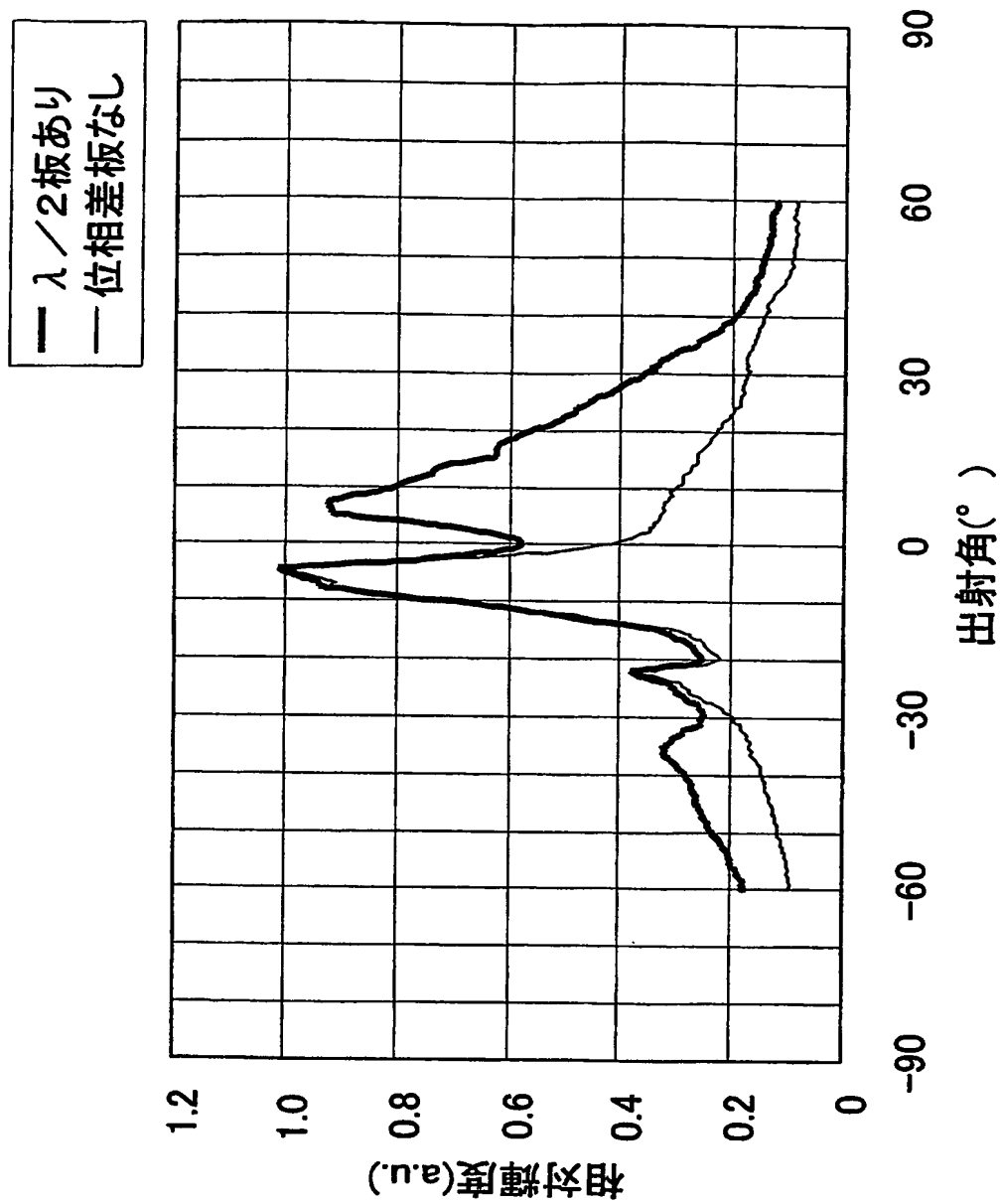
【図 6】



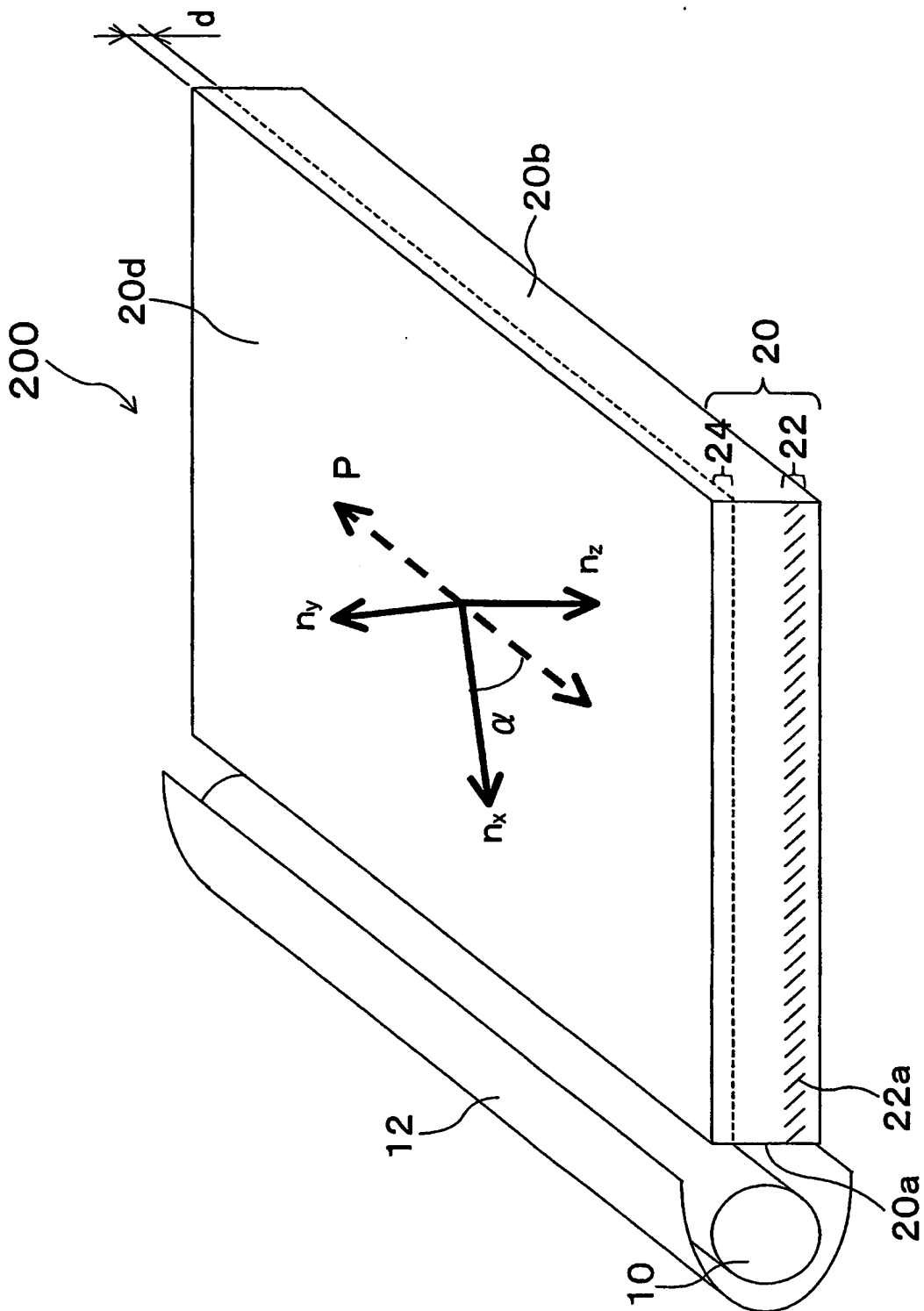
【図 7】



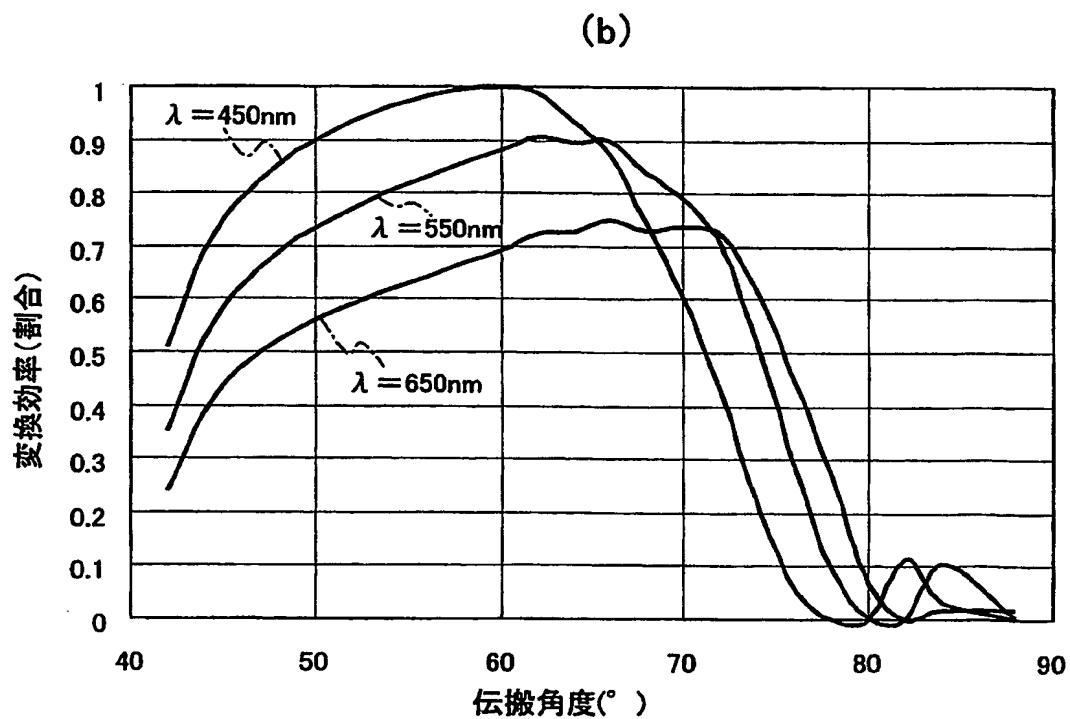
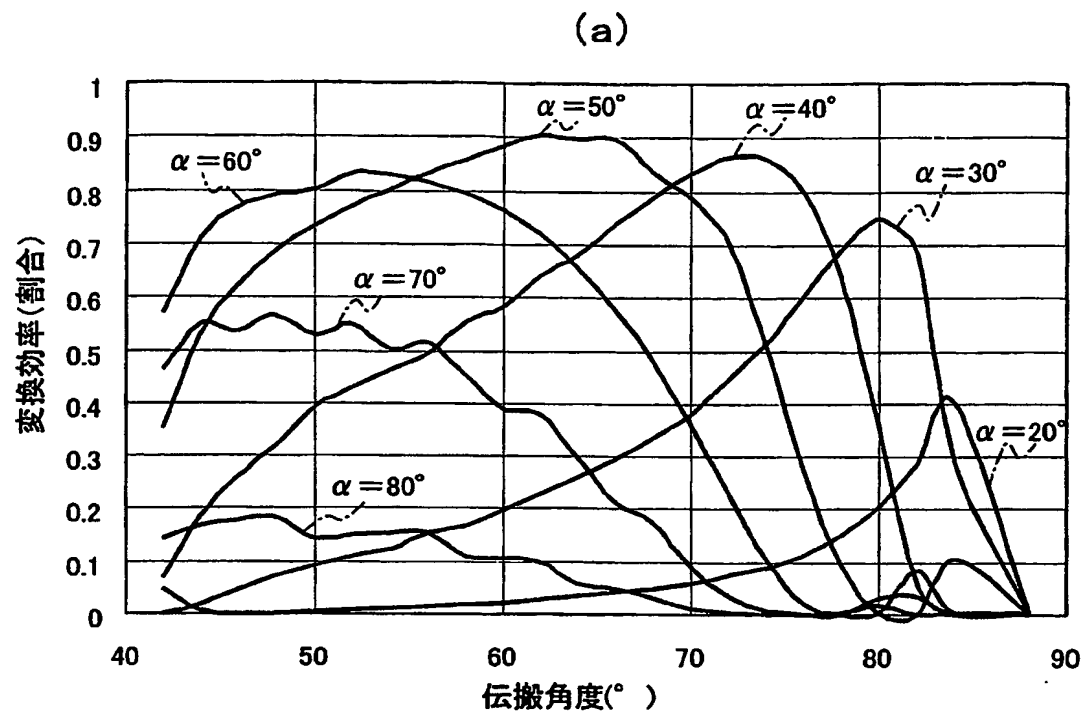
【図 8】



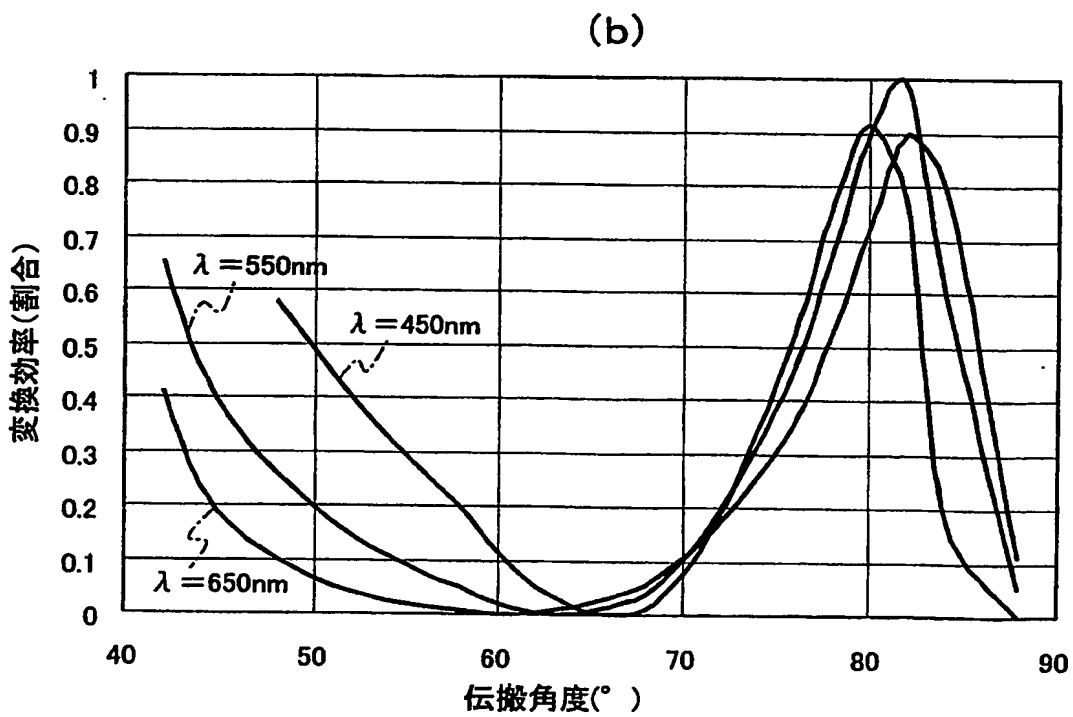
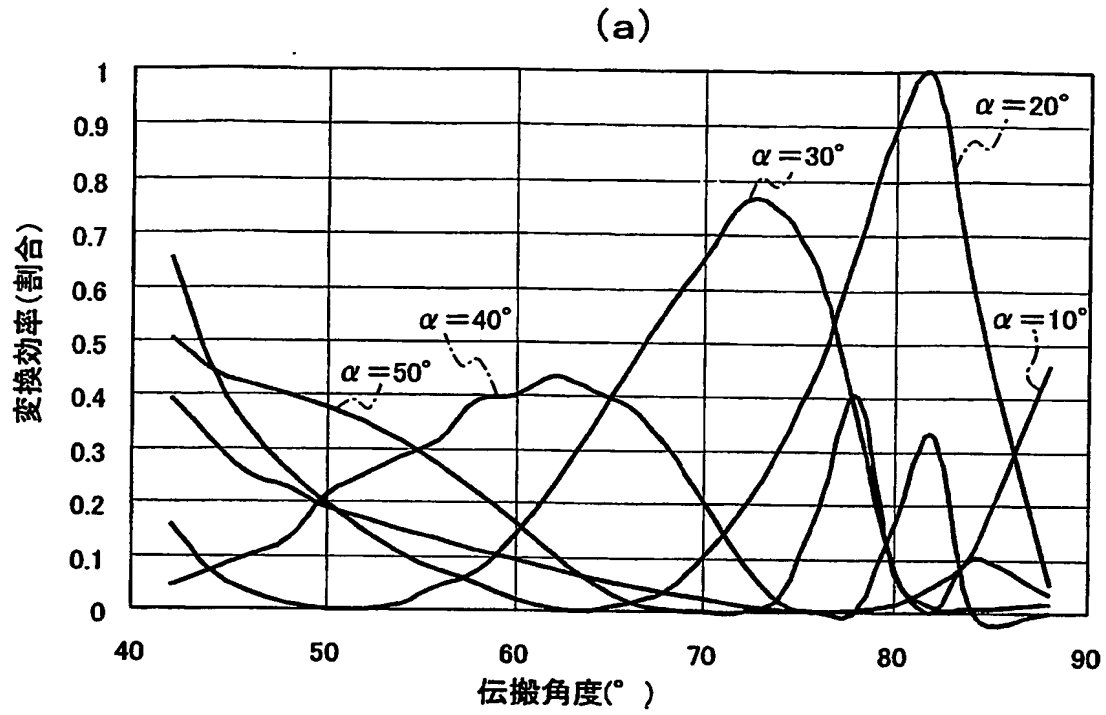
【図 9】



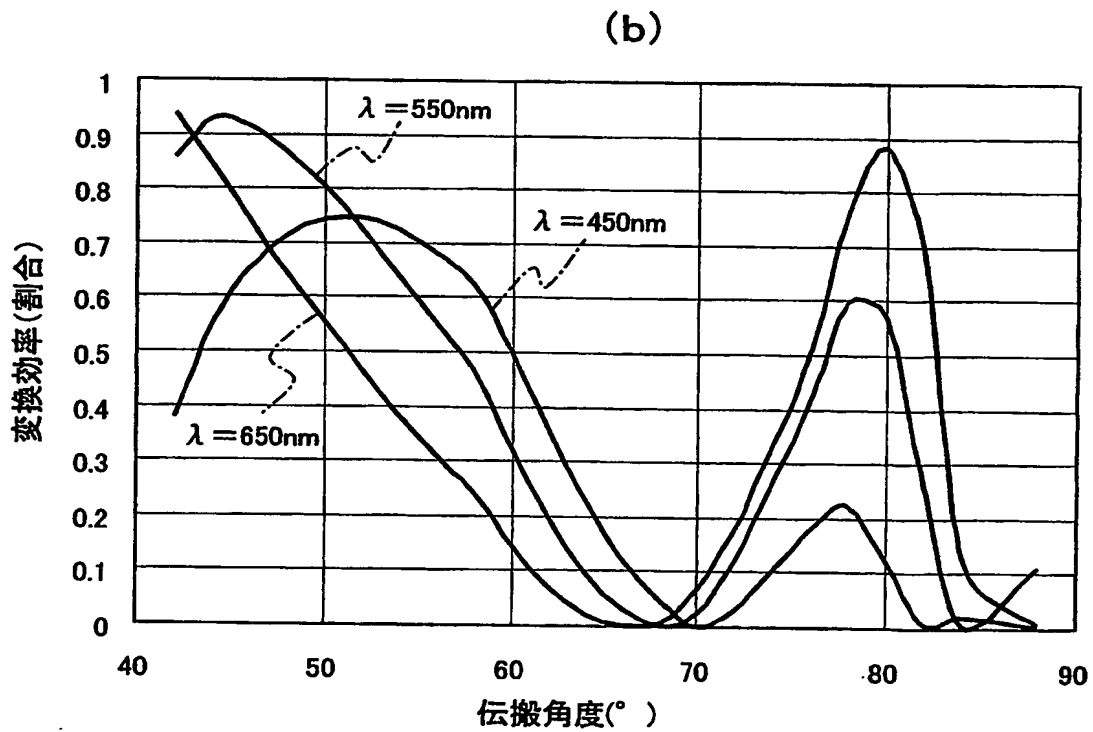
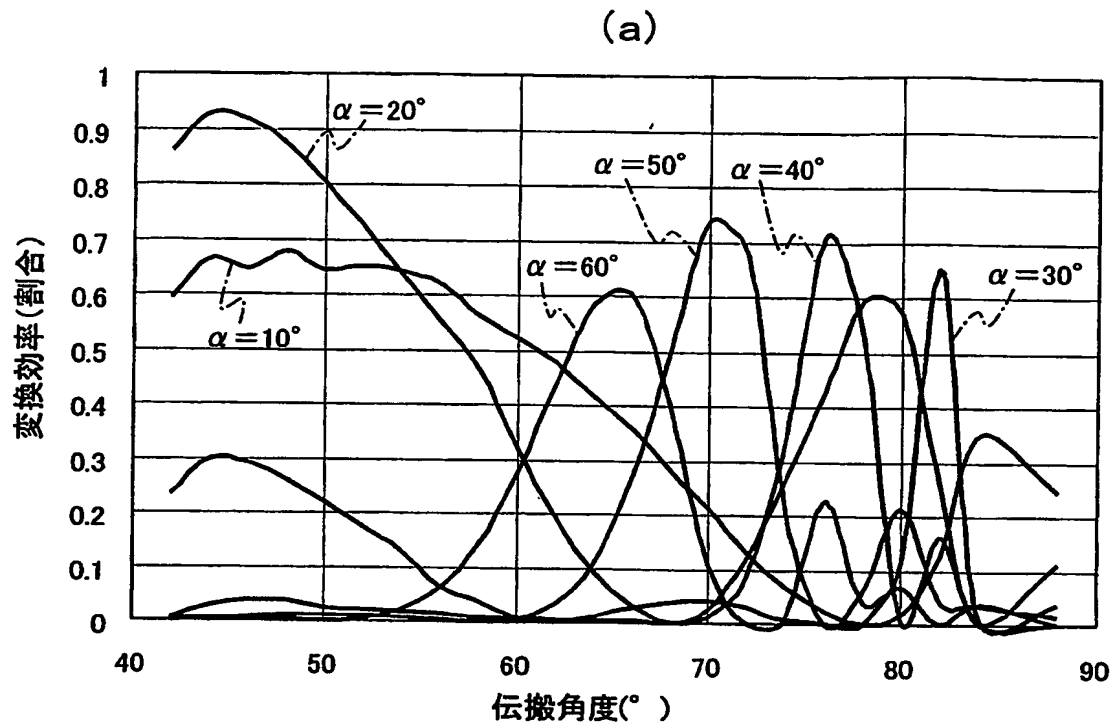
【図 10】



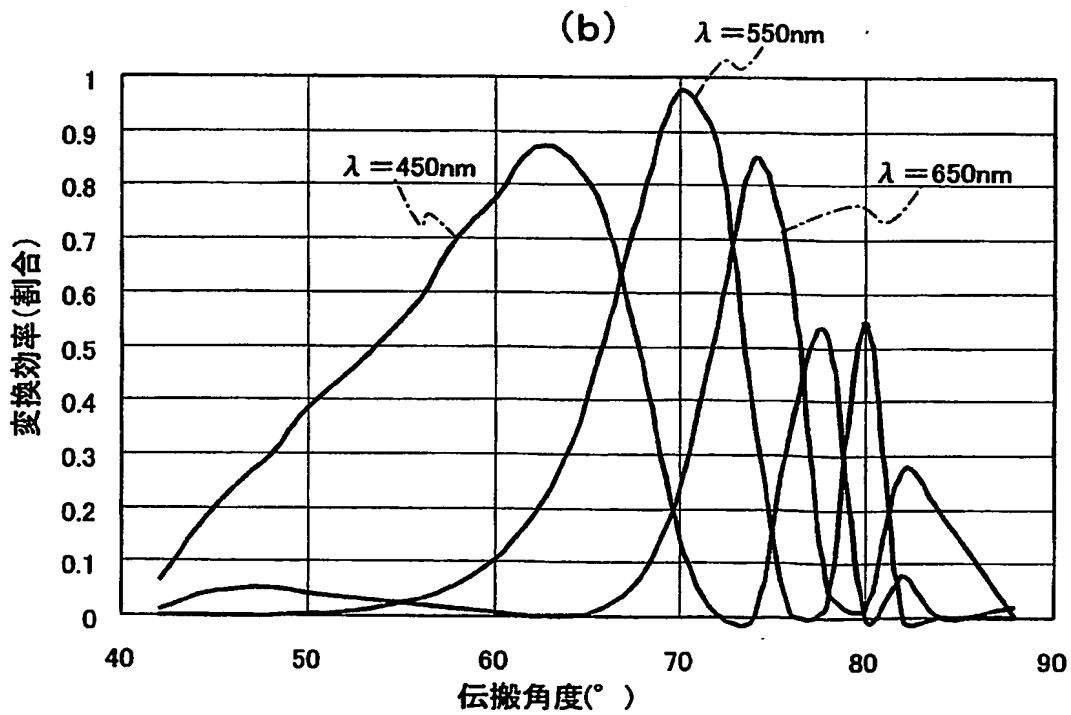
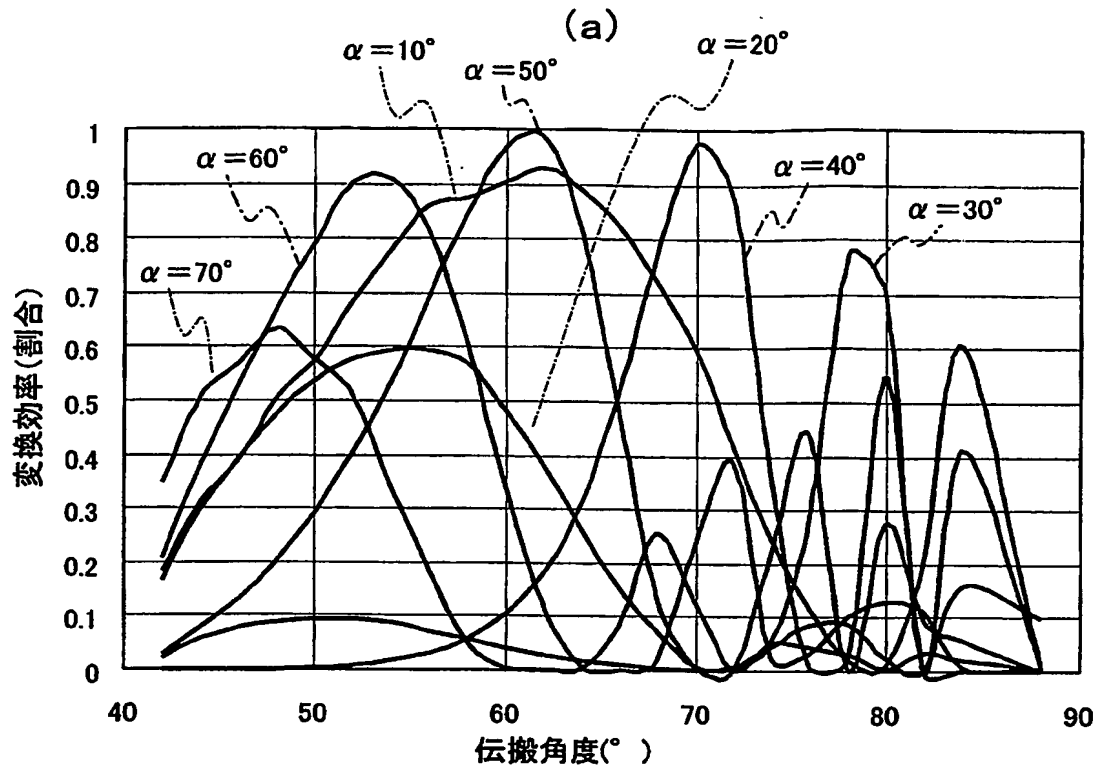
【図 11】



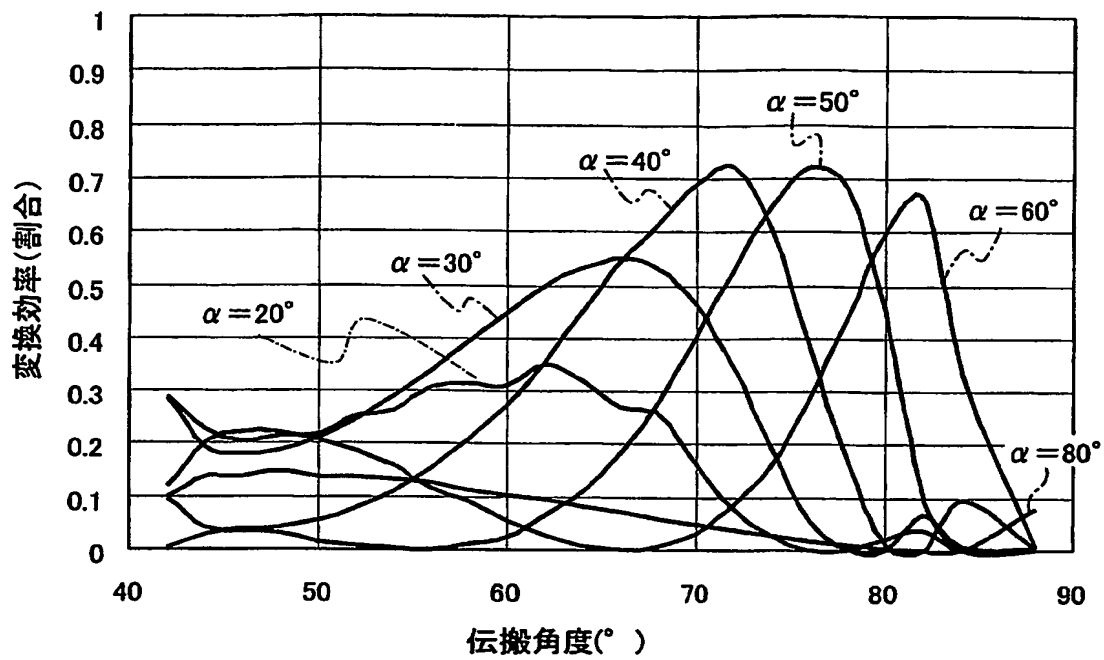
【図 12】



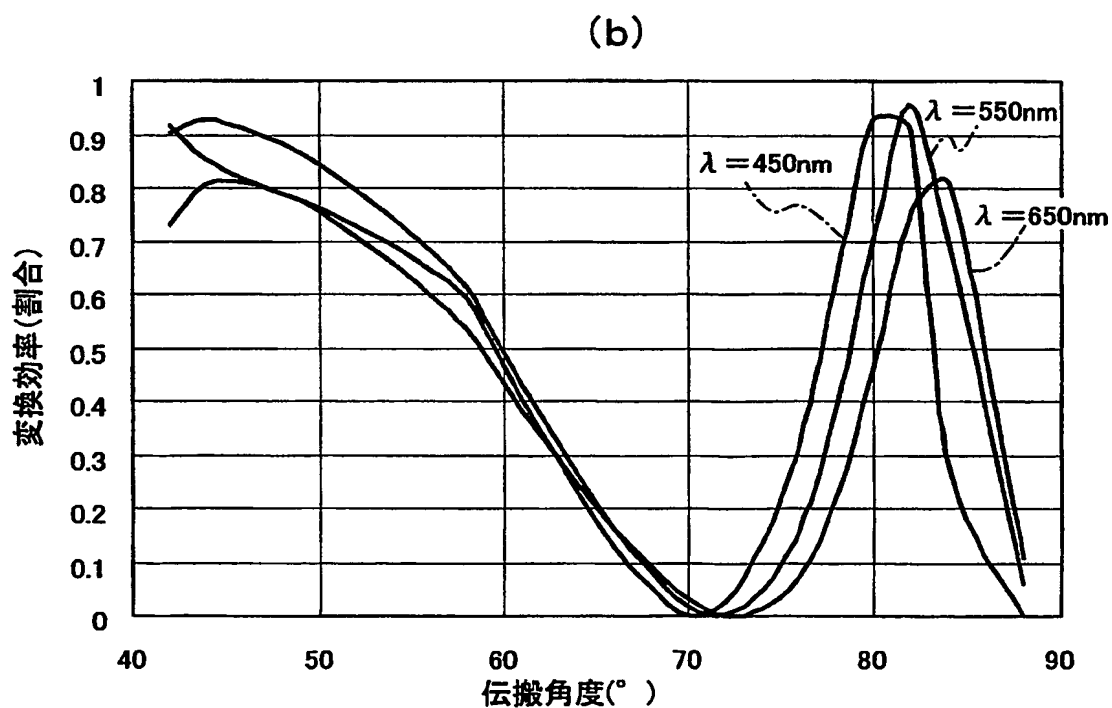
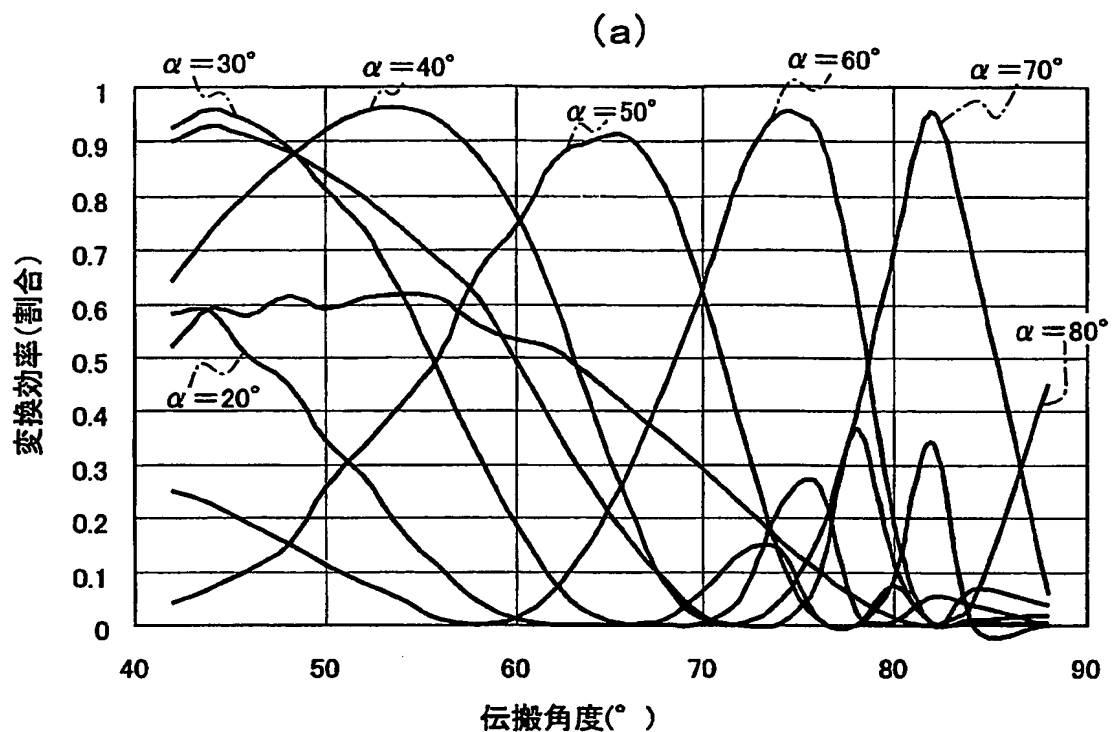
【図 13】



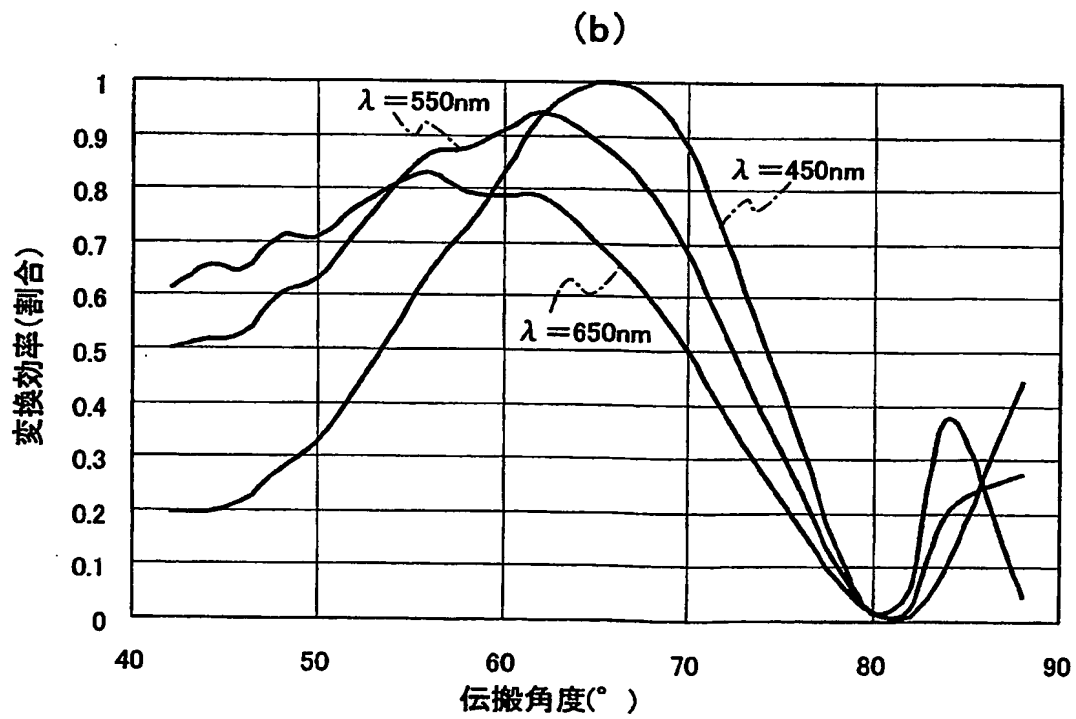
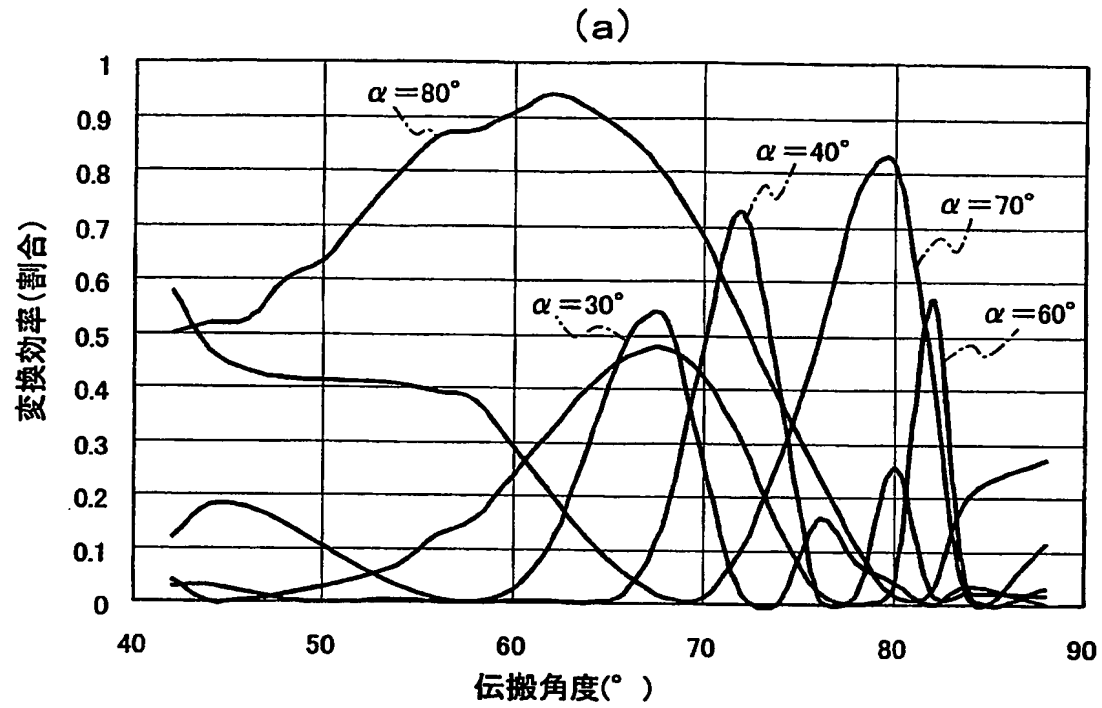
【図 14】



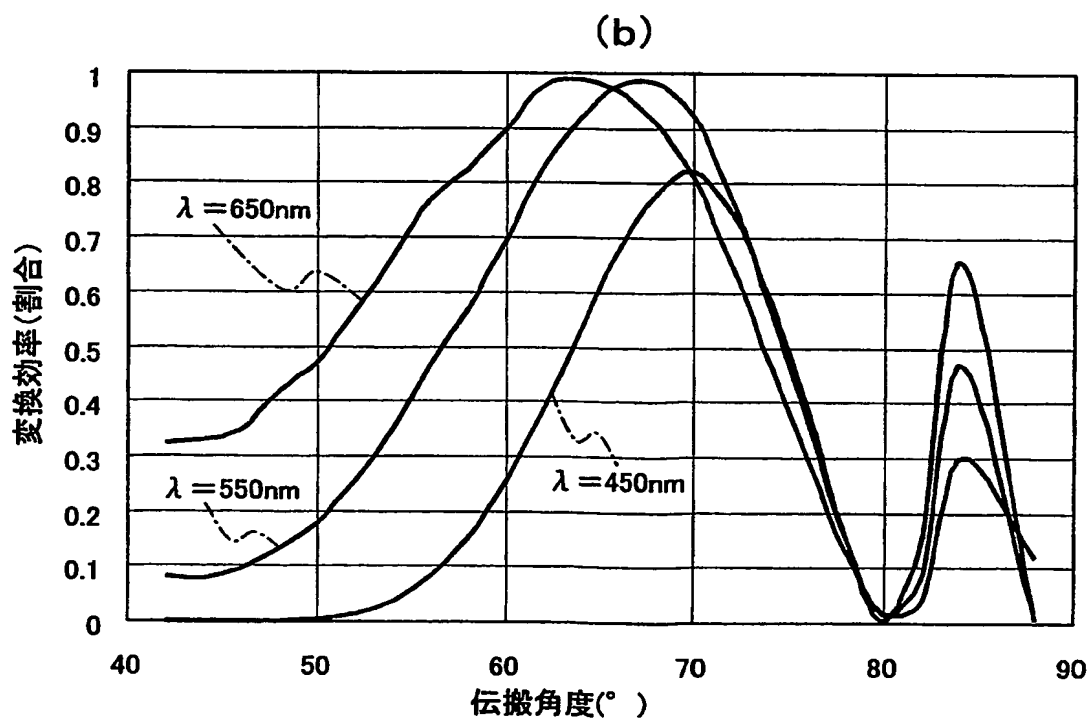
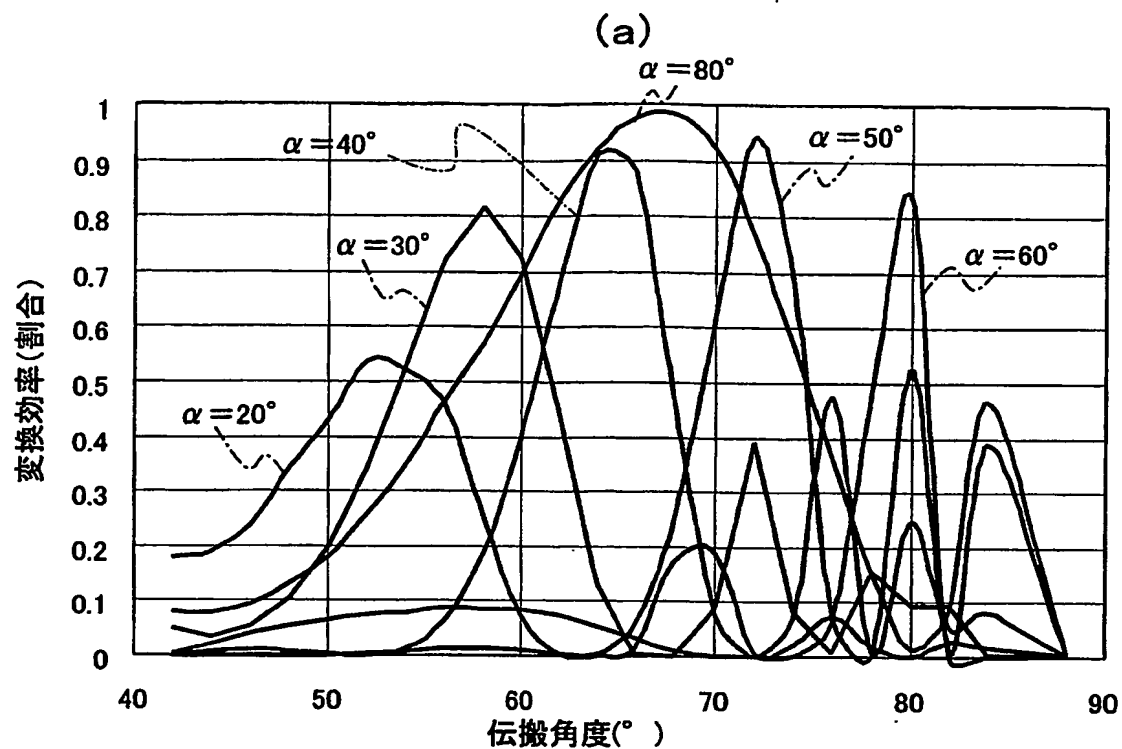
【図 15】



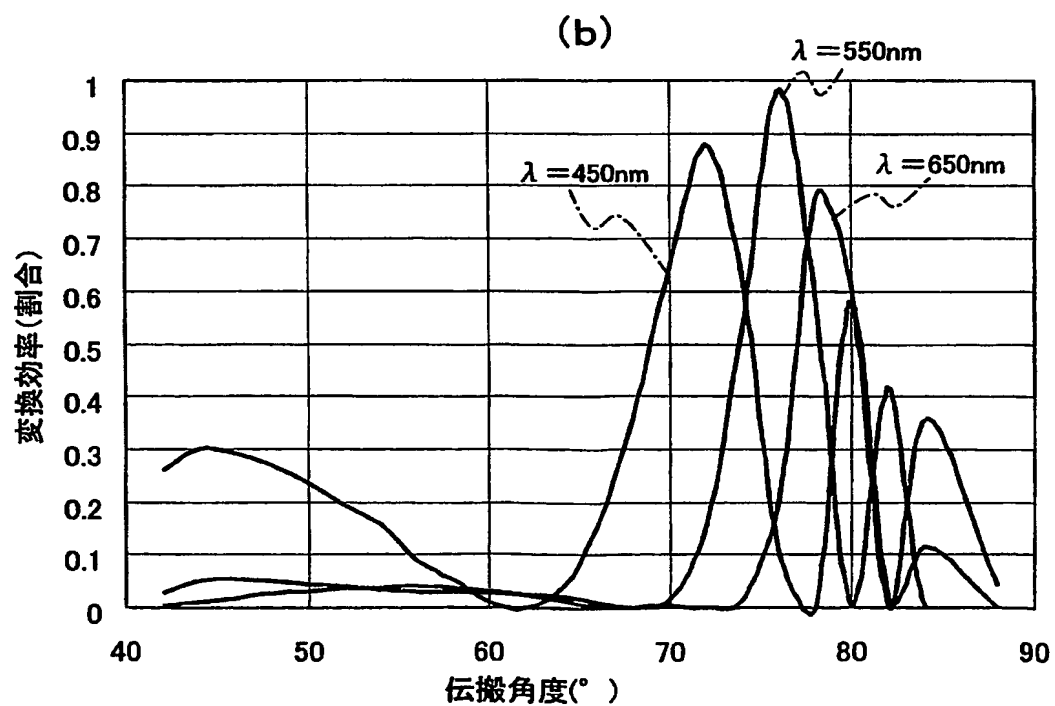
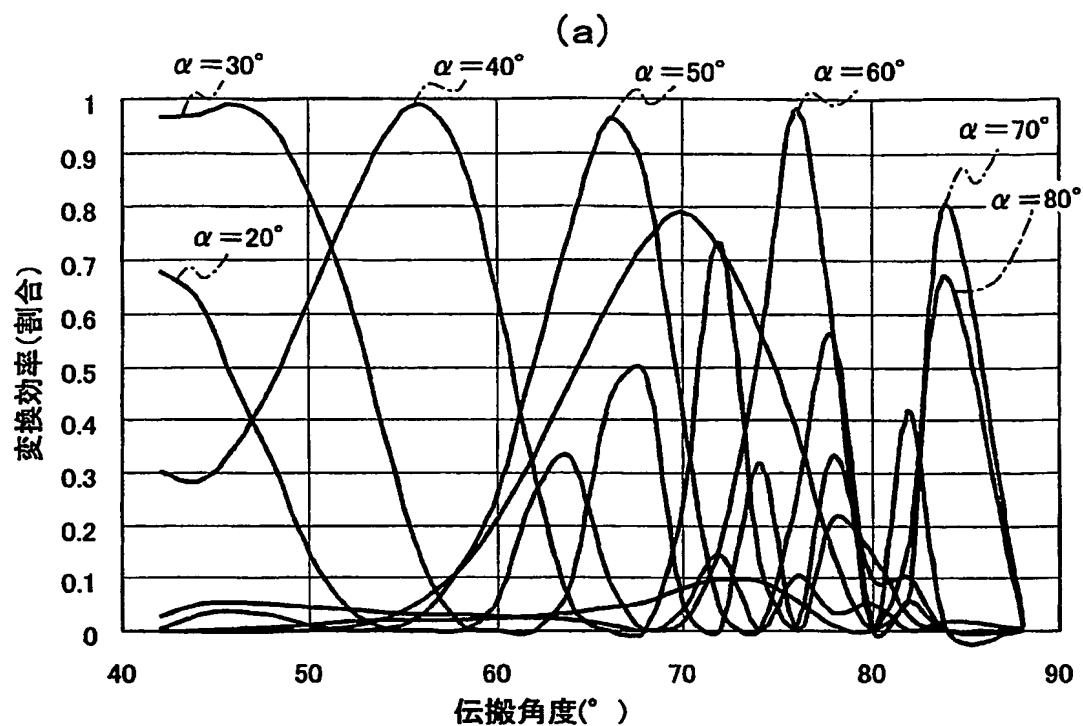
【図 16】



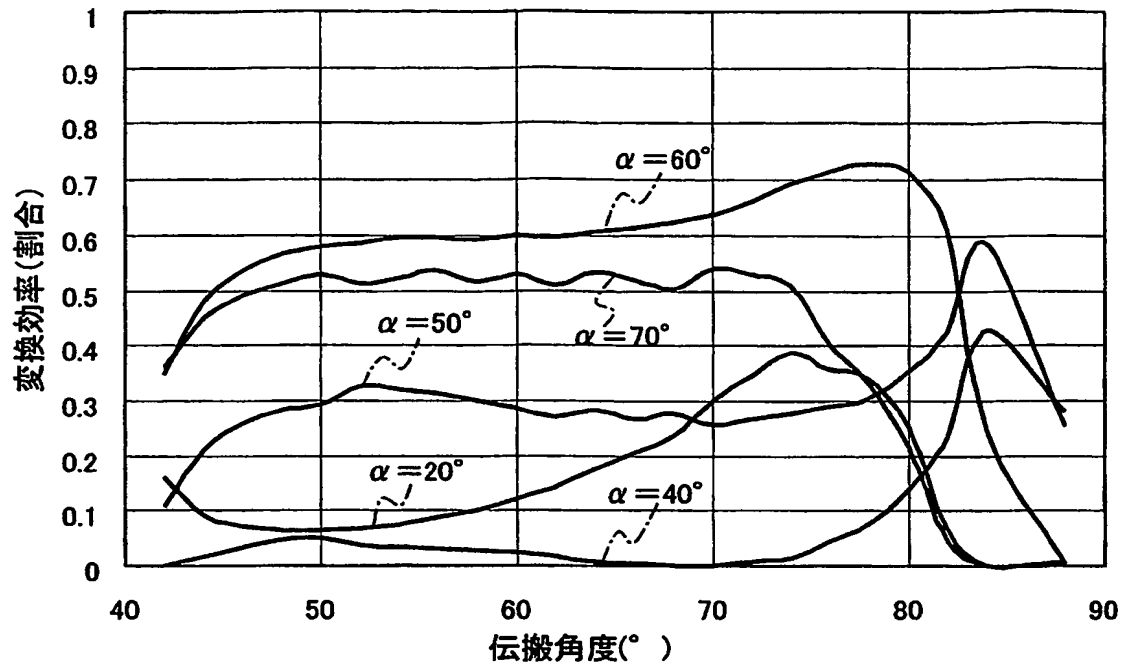
【図 17】



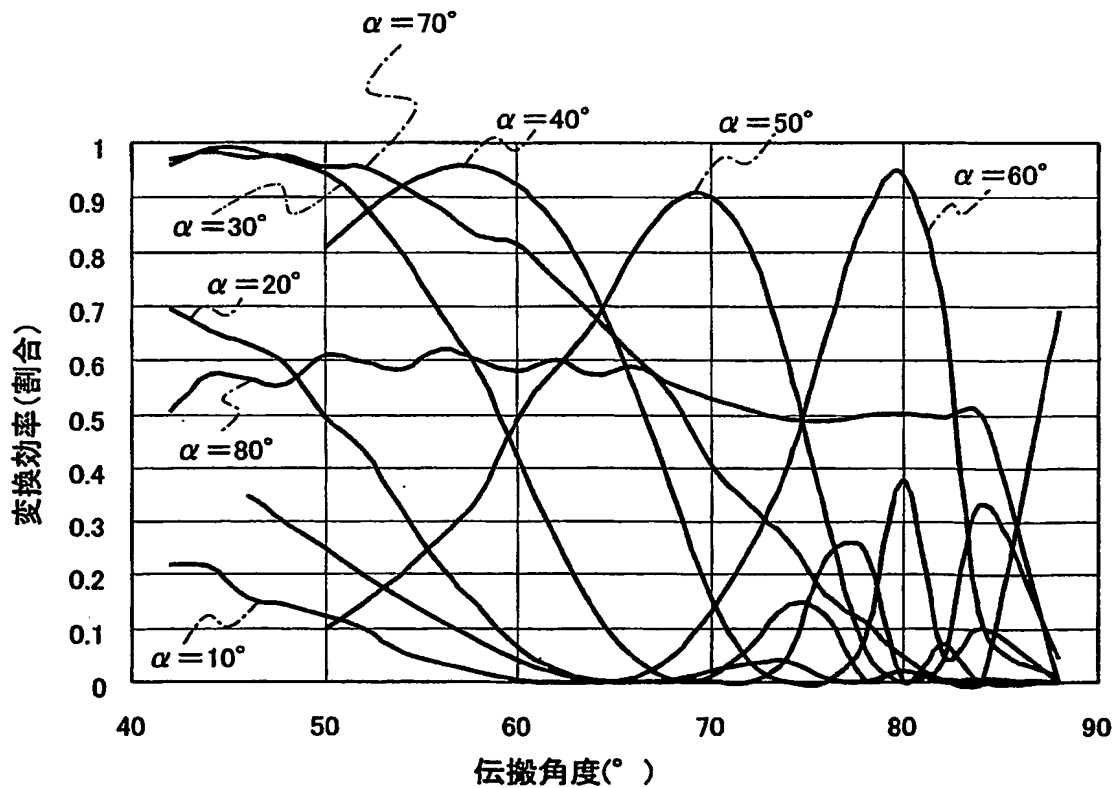
【図 18】



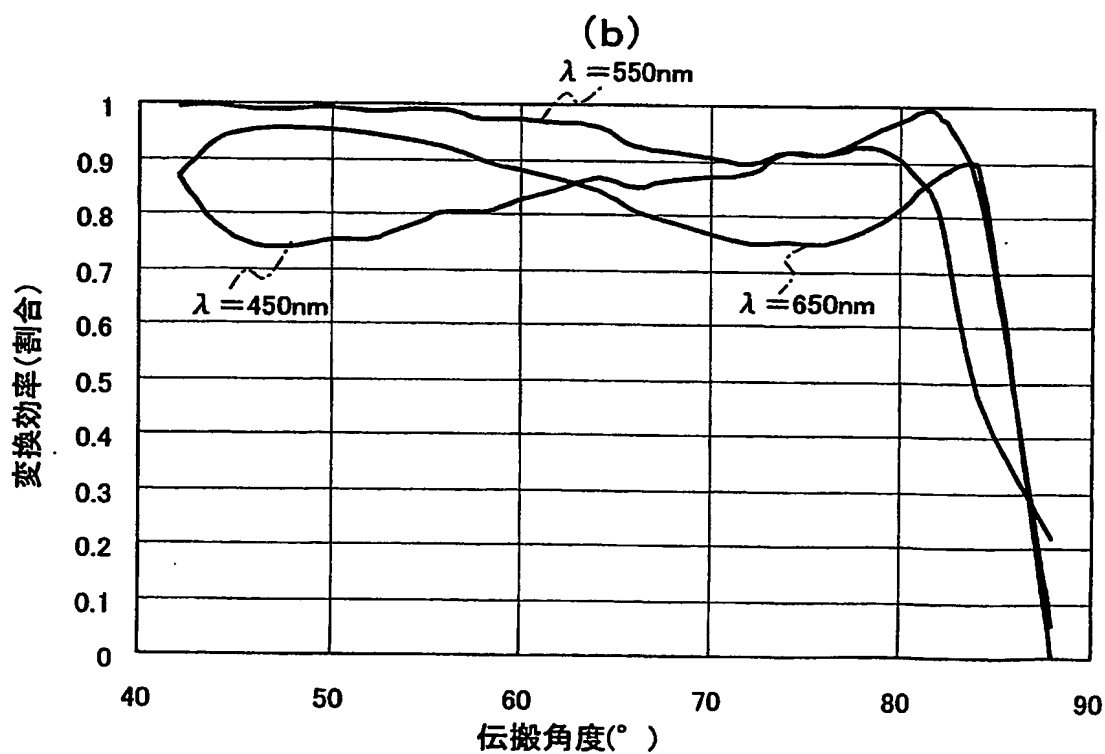
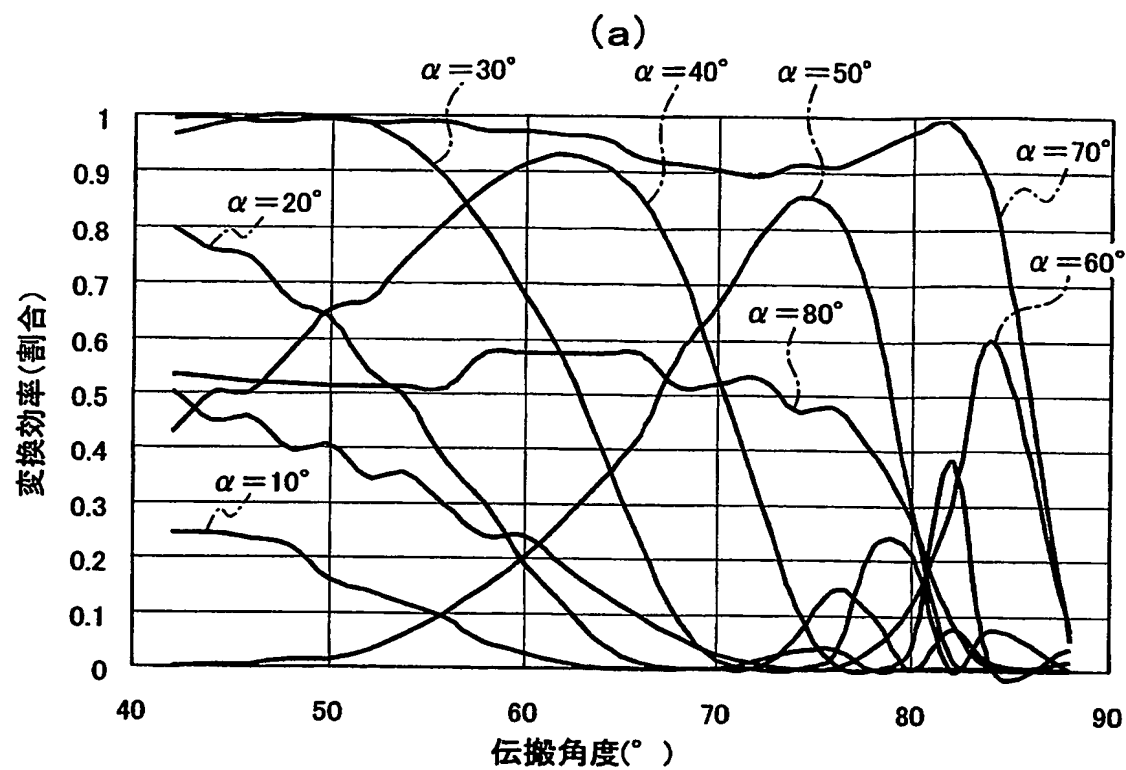
【図 19】



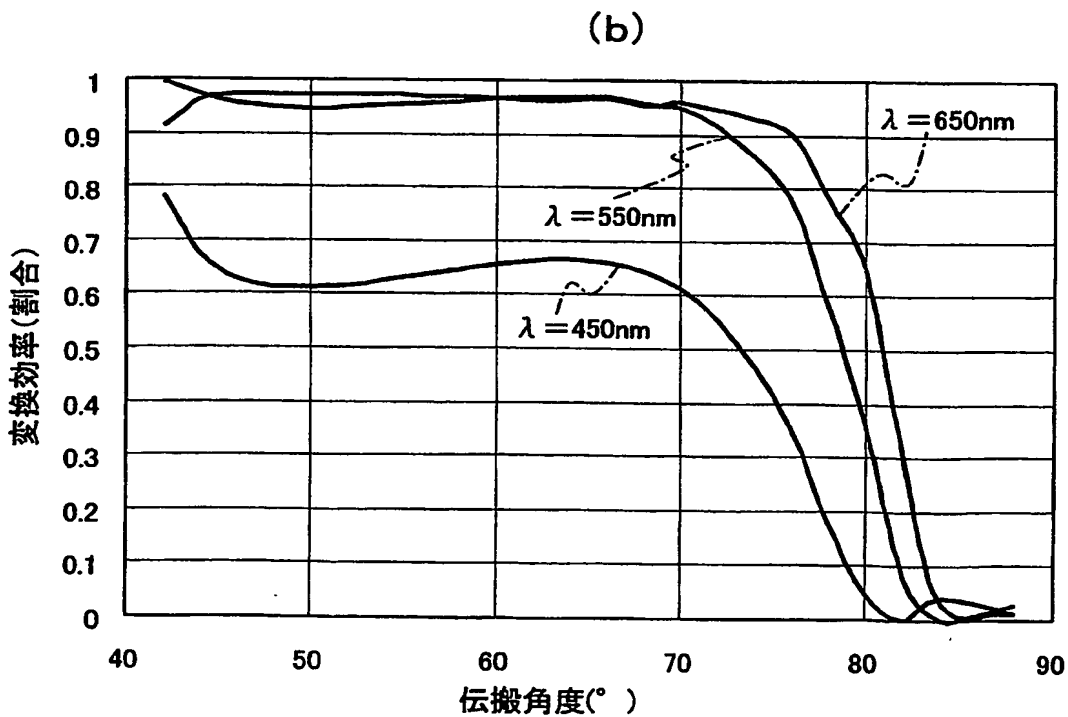
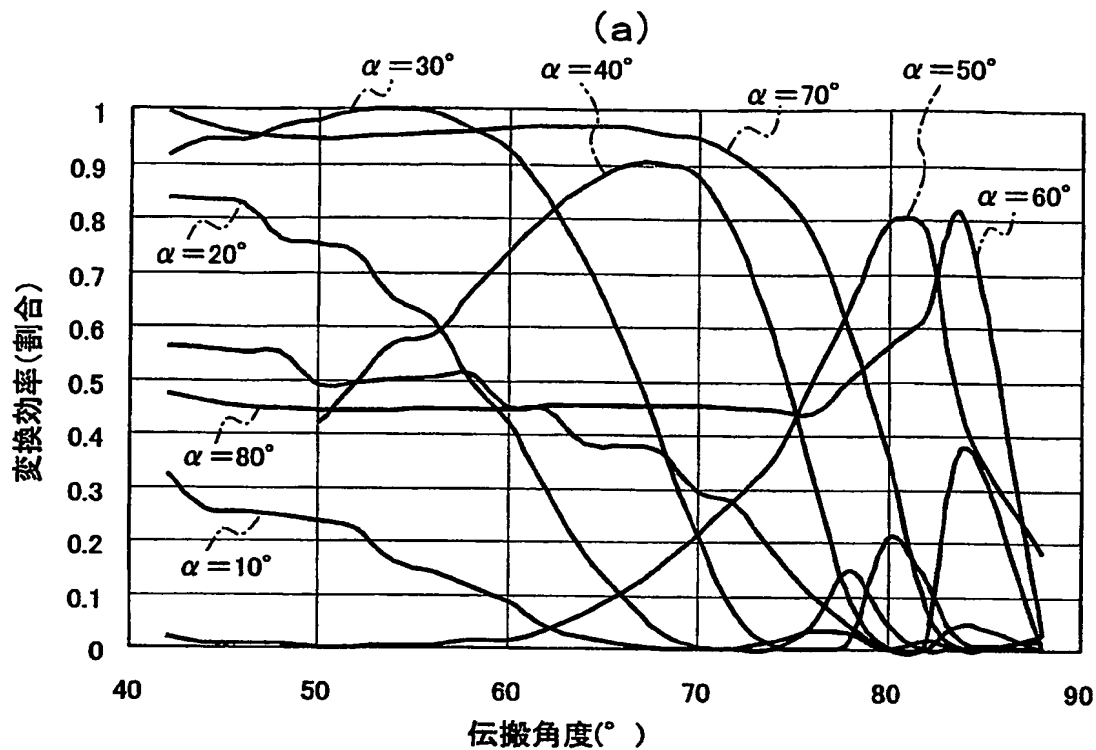
【図 20】



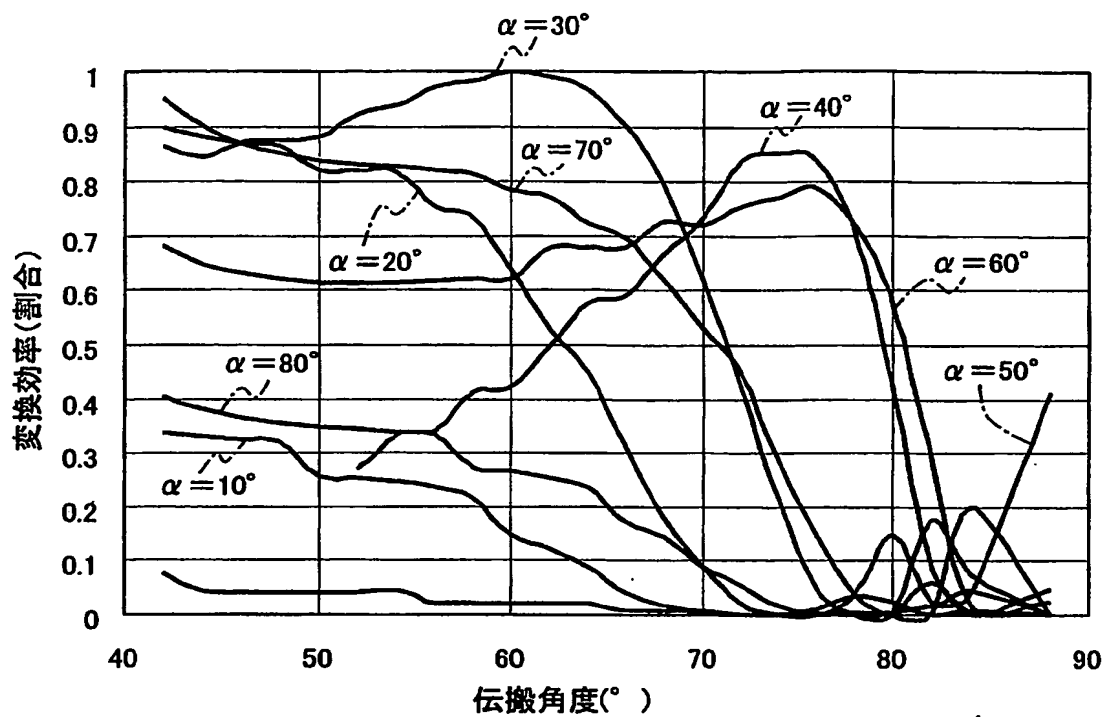
【図 21】



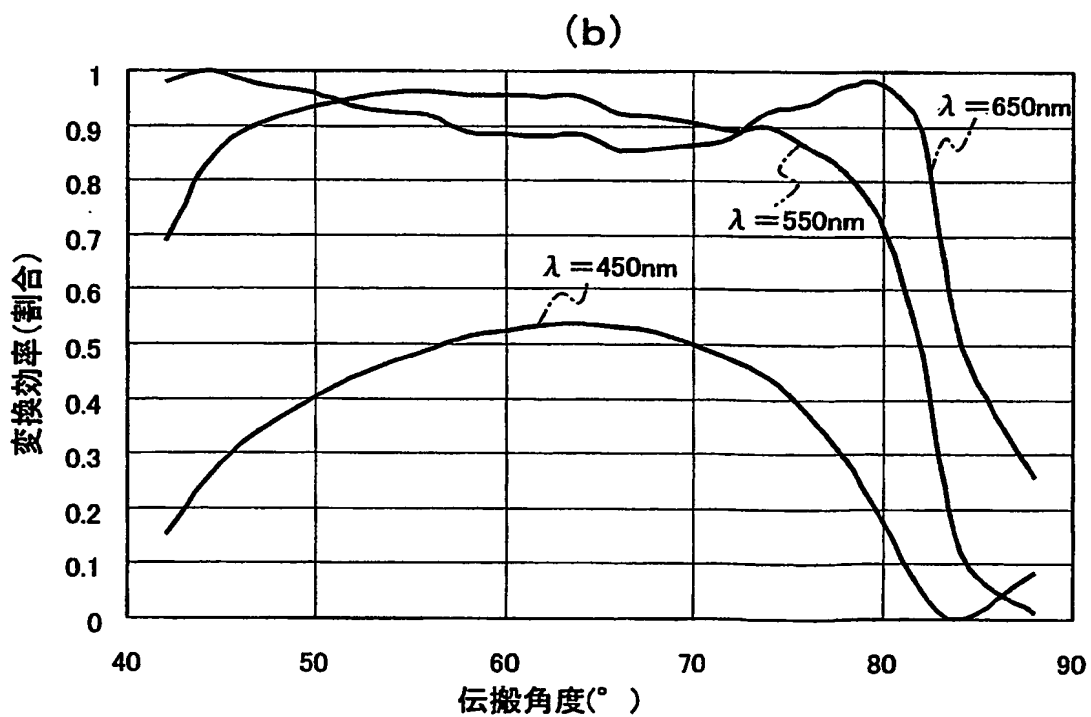
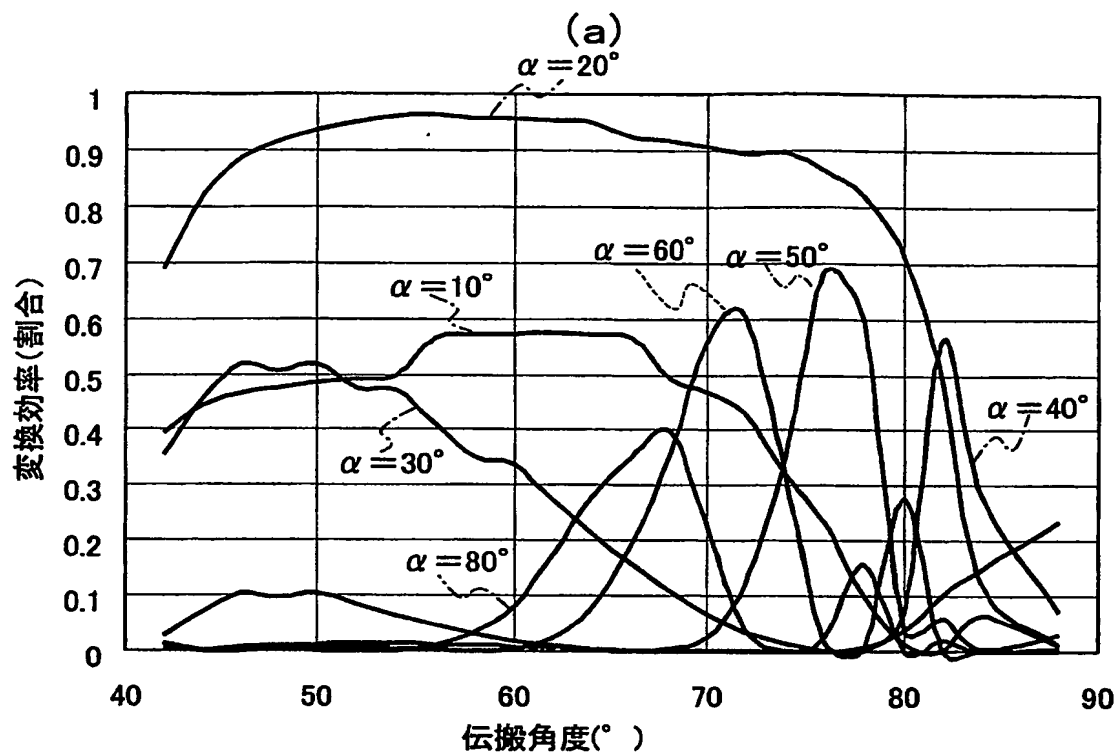
【図 2 2】



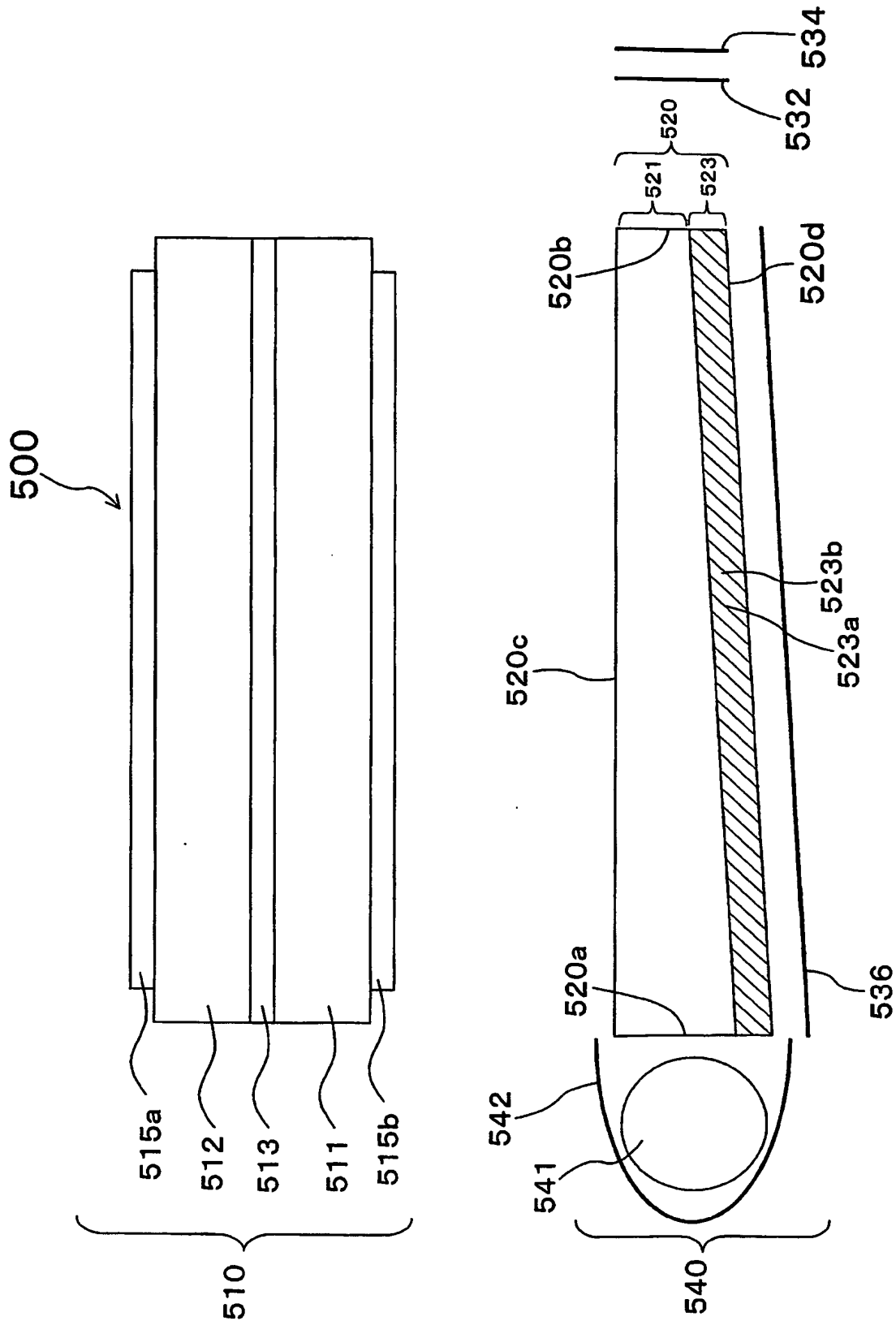
【図 23】



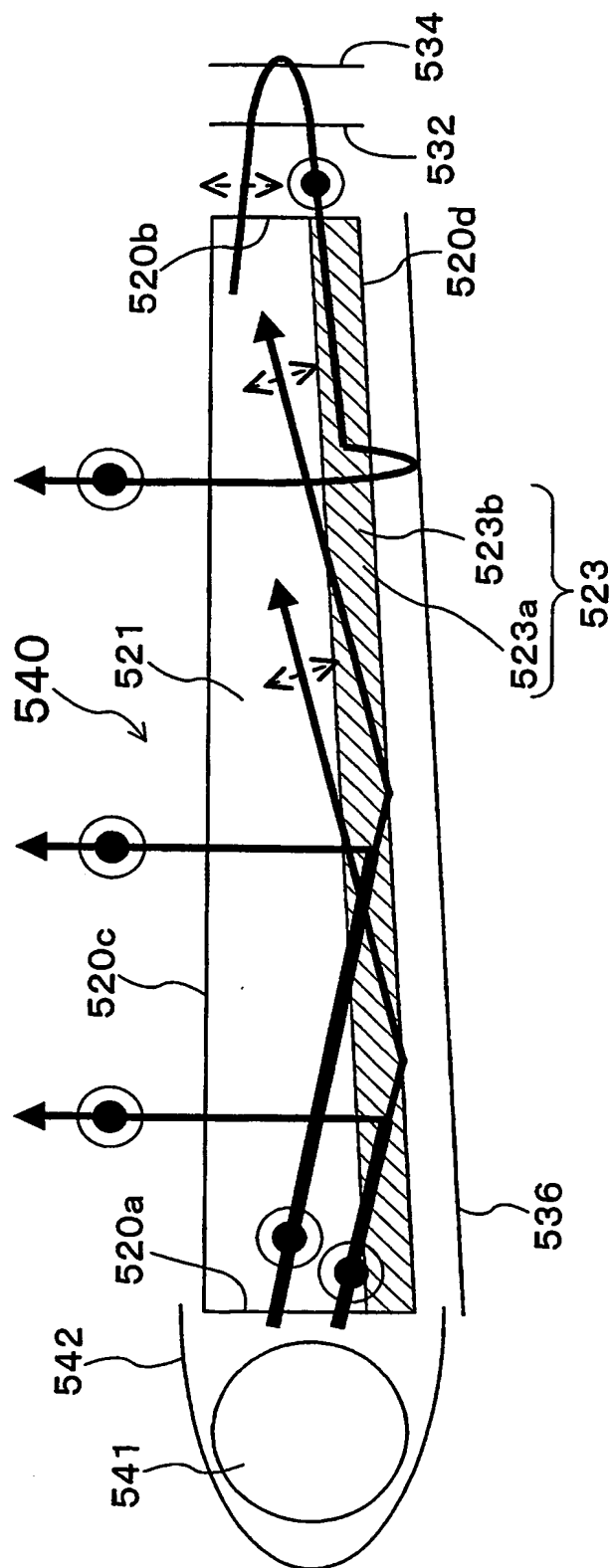
【図 24】



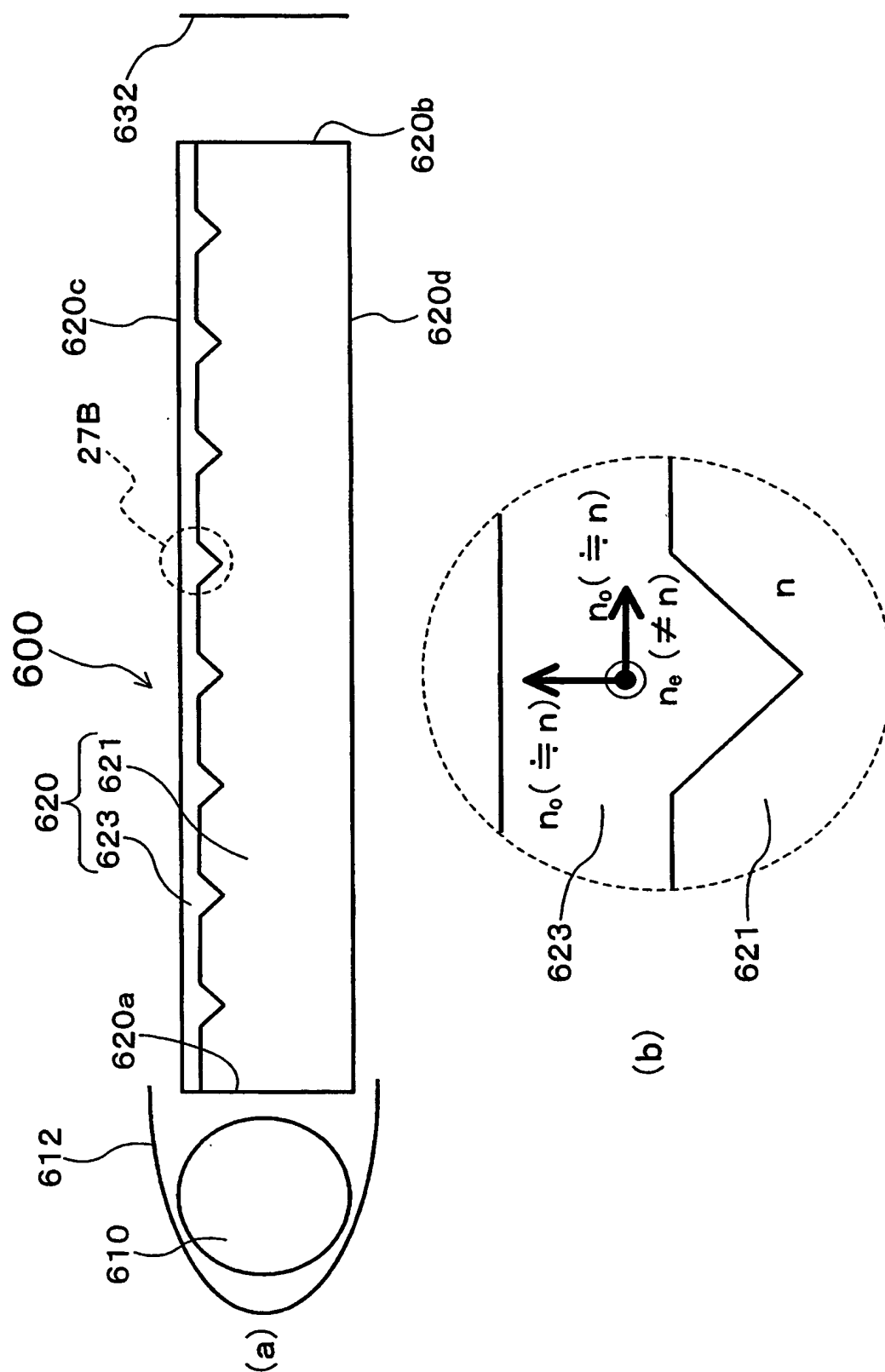
【図 25】



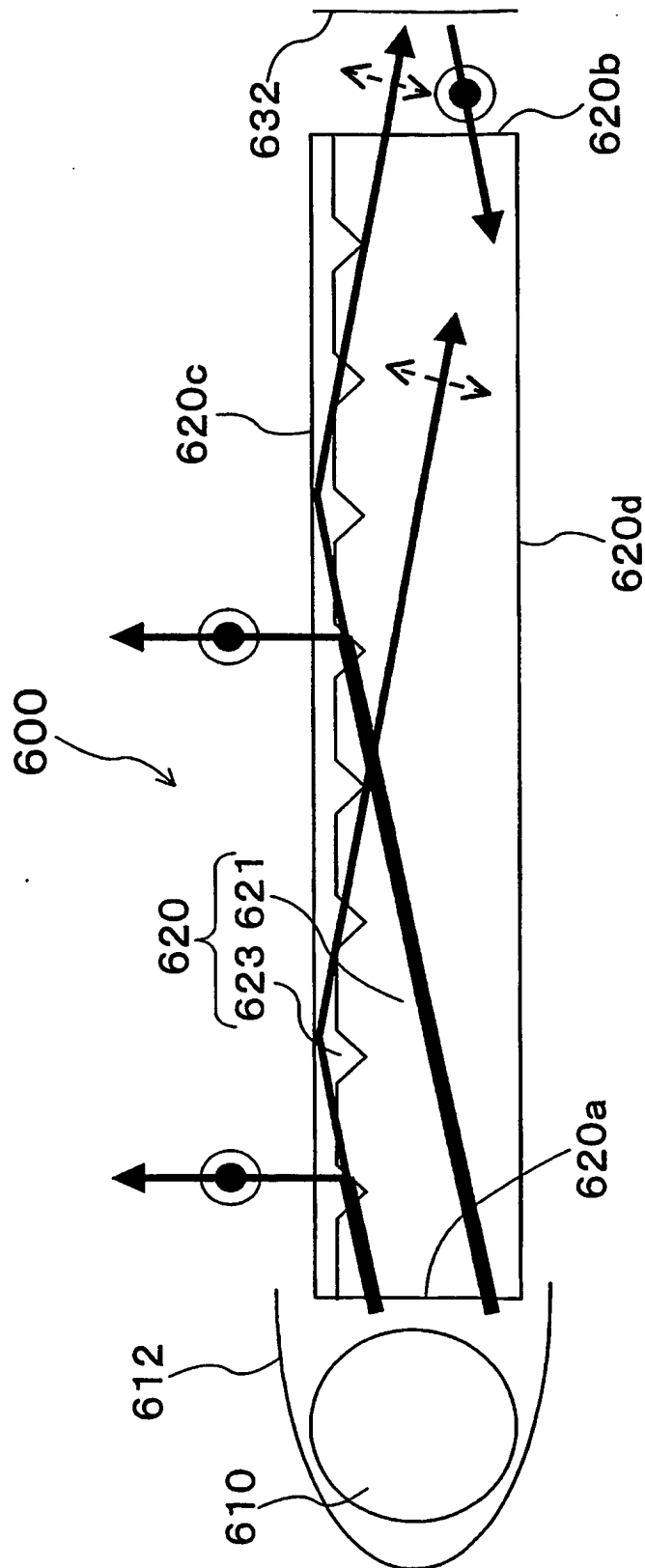
【図 26】



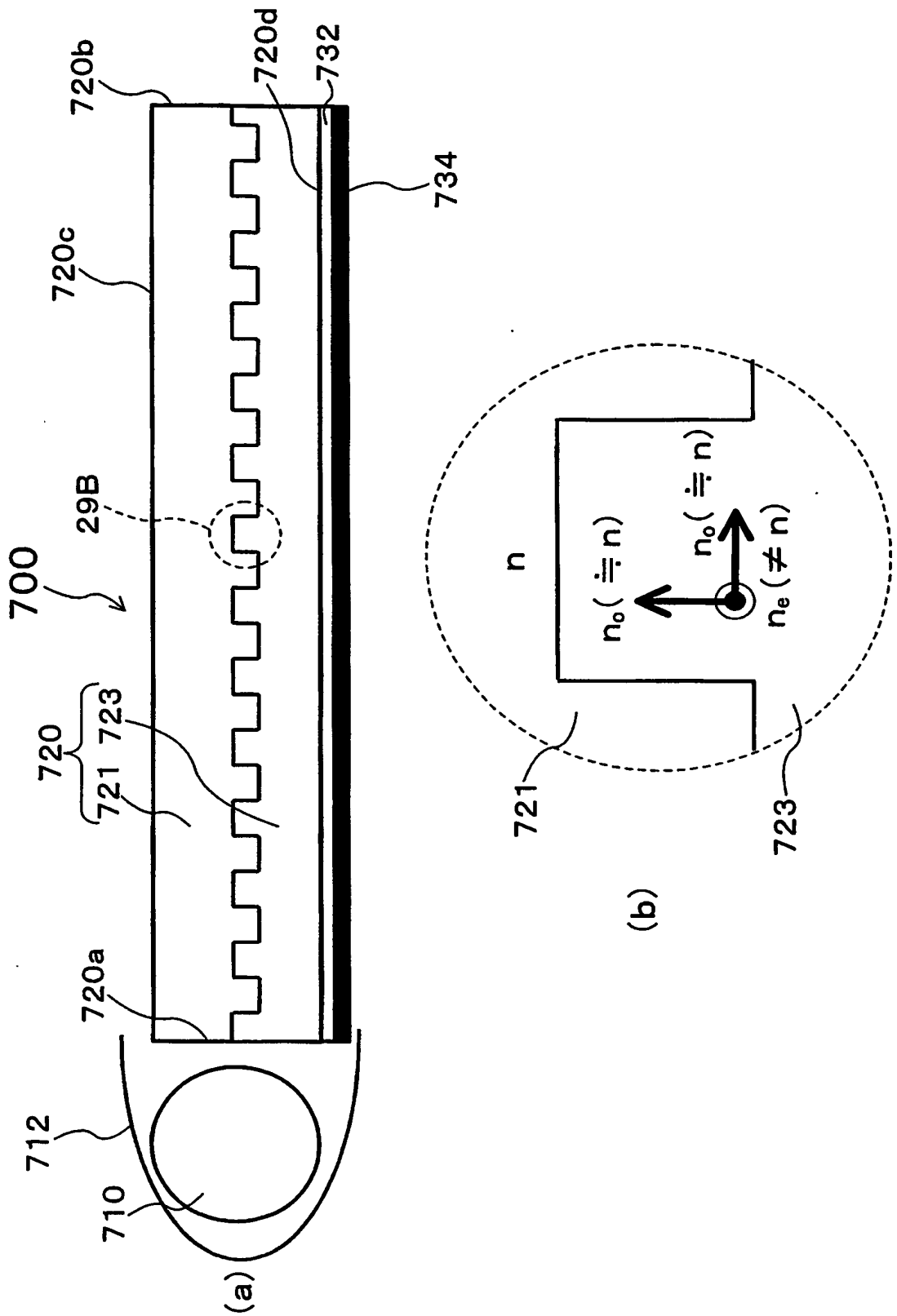
【図 27】



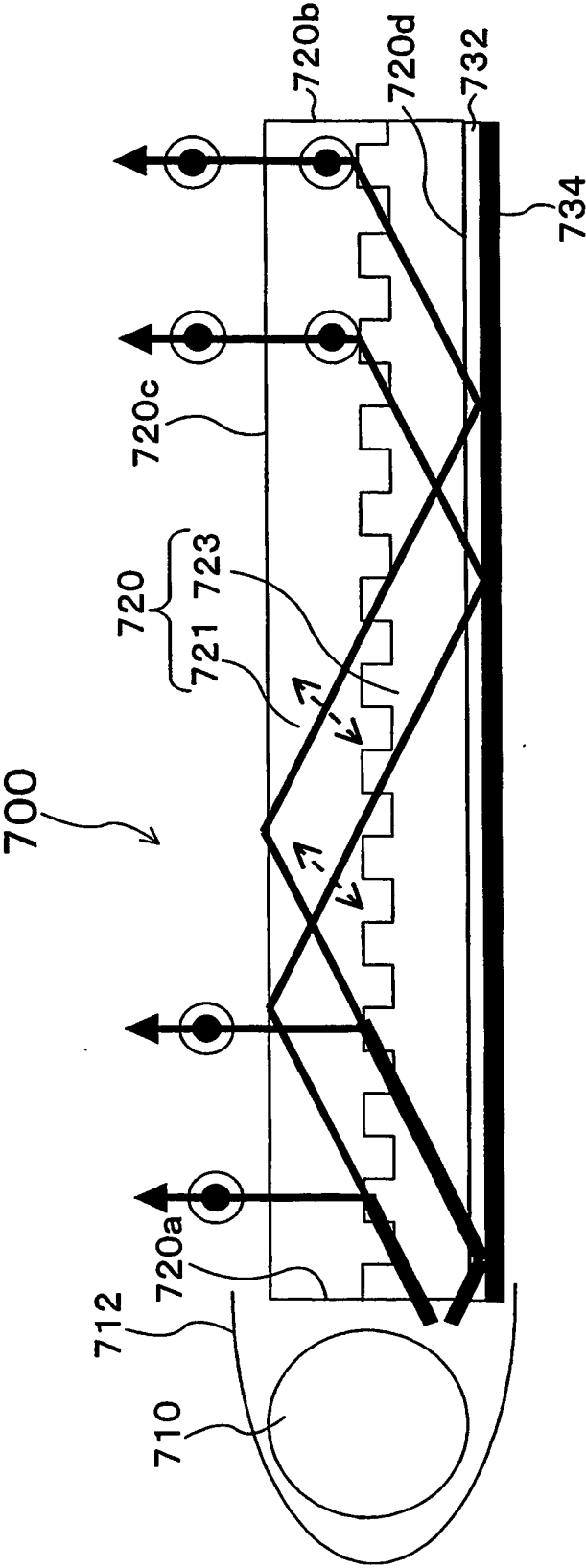
【図 28】



【図 29】



【図 30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光源からの光を特定の偏光方向の光として十分に効率よく出射することができる照明装置およびそれを備えた画像表示装置を提供する。

【解決手段】 照明装置は、光源 10 と、光源 10 から出射された光を受ける入射面 20a と入射面 20a から入射した光を出射する出射面 20c とを有する導光体 20 とを備える。導光体 20 は、入射面 20a から入射した光のうちの特定の偏光方向の光（第 1 偏光）を選択的に出射面 20c から出射させる偏光選択層 22 と、第 1 偏光とは偏光方向が異なる第 2 偏光を第 1 偏光に変換する偏光変換層 24 と、を有する。偏光選択層 22 は、第 1 偏光を出射面 20c 側にのみ反射する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 2 2 4 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[ 変更理由 ]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社